DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE † · A. BUTENANDT · C. W. CORRENS
H. J. DEUTICKE · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN
H. MARTIUS · R. W. POHL · G.-M. SCHWAB · R. THAUER · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

48. JAHRGANG **HEFT 20 (ZWEITES OKTOBERHEFT)** **1961**

INHALT

AUFSÄTZE

Seite

Forschungen über Plastizität, Strahlenschädigung und Gitterbautehler in den Kaiser-Wilhelm- und Max-Planck-Instituten. Von U. DEHLINGER 633

KURZE BERICHTE

Anwendung supraleitender Aufdampfschichten in Technik und Physik. Von G. v. MINNIGERODE 636

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Physik

Änderung der Absorption von Siliziumaufdampfschichten bei Einwirkung von 75 keV-Elektronen. Von H. HORA 641

Kristallographie

Interatomare Abstände in $PbCl_2$, Cotunnit. Von K. SAHL und J. ZEMANN 641

Physikalische Chemie

Über eine einfache Beziehung zwischen den Radien bzw. Kernladungen der Ionen und der Wellenlänge der ersten ultravioletten Eigenschwingung der isoelektronischen Alkalihalogenide. Von E. KORDES 642

Comments on the Colour of Alkyl-Gold(III) Complexes. Von A. CHAKRAVORTY 643

Kinetics of Decomposition of Tetramethyl Murexide in Acid Solutions. Von R. K. CHATURVEDI 643

Isotopenaustausch zwischen Wasserstoff und flüssigem Ammoniak in Gegenwart von Platin-Katalysatoren. Von K. HAUL und D. BLENNEMANN 644

Chemie

Aluminon as Metal Indicator in Complexometric Titration. Von P. C. KUNDU 644

Halogenobenzaldehydes - II - Synthesis of 2-chloro-4-methylbenzaldehyde. Von S. D. JOLAD und S. RAJAGOPAL . . . 645

Biochemie

On the Existence of Bound Ascorbic Acid in Blood. Von M. C. MALAKAR und B. C. GUHA 645

Erstmaliges Vorkommen von Mono- und Dimethyltaurin in der Tierwelt. Von D. ACKERMANN und R. PANT 646

Allgemeine Physiologie und Medizin

Störungen der Reninbildung bei den mit Aminosäuremangeldiät gefütterten Ratten. Von T. GÁTI, F. GELENCSÉR und J. SÓS 646

Desaminierung von Aminosäuren als Wirkungsort der Glukosehemmung der endogenen Atmung. Von S. RAPOPORT und L. ABABEI 646

Seite

Elektroretinographische Sulfhydryl-Titration an der umströmten Netzhaut. Von W. SICKEL und G. G. DEMIRTSCHOGLIAN 647

Histochemische Untersuchungen zur Wirkung von Chlorochindiphosphat. Von H. SIMON 647

Das Fortbestehen in vivo ausgelöster Wachstumsvorgänge an explantierten Organen. Von H. WRBA und H. RABES . . . 648

Plaquebildung auf Strumagewebe nach Infektion mit Poliomyelitisvirus. Von H. FINGER und H. HÖVEL 649

Botanik und Zoologie

The Effect of Gibberellins on the Assay of Auxins. Von G. A. D. JACKSON und M. V. PROSSER 649

Über die Wirkung kleiner Strahlendosen auf das Pflanzenwachstum. Von A. SÜSS 650

Beeinflussung der strahleninduzierten Mutabilität durch 2,4-Dinitrophenol bei Drosophila. Von H. FRITZ-NIGGLI . . . 650

Haemoglobin in the *Chironomus (Tendipes) annularis* Meig. Larvae from Various Growth Classes. Von B. CZECZUGA . . 651

Plumage Control in Black-headed Munia *(Munia atricapilla)*. Von R. N. SAXENA und J. P. THAPLIYAL 652

Vergleichende Untersuchungen an Skeletten greifschwänziger Affen. Von F. ANKEL 652

Mikrobiologie

Über zwei neue gibberellinartige Verbindungen aus den Fermentationsprodukten des Pilzes Gibberella fujikuroi. Von P. WIERZCHOWSKI und Z. WIERZCHOWSKA 653

Cycle Acide Tricarboxylique et Résistance du „Mycobacterium tuberculosis BCG" à la Streptomycine, PAS et INH. Von E. SORU, M. ISTRATI, J. SZABADOS, D. TĂNĂSESCO und M. PARASCHIVESCO 653

Nachweis des Einflusses eines elektrostatischen Feldes auf lebende Zellen. Von H. J. BUSCH 654

Cytologie

Lampbrush Fine Structure of Vertebrate Male Chromosomes in Meiotic Prophase. Von B. R. NEBEL und E. M. HACKETT 655

BESPRECHUNGEN

J. FISCHER, Größen und Einheiten der Elektrizitätslehre. (Ref.: F. HUND) 655

J. KRAUTKRÄMER und H. KRAUTKRÄMER, Werkstoffprüfung mit Ultraschall. (Ref.: E. MEYER) 655

P. KARLSON, Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. (Ref.: C. v. HOLT) 656

H. L. LI, The Garden Flowers of China. (Ref.: TH. SCHMUCKER) 656

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Euchen*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 12.— DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht das Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder einschließlich des Rechts der photomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0.30 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Fernsprecher 830301, Fernschreibnummer 01-83319) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterungen des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Fotografische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildung von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Besprechungsexemplaren abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die gegebenenfalls dann ein Exemplar anfordern wird. Für die Rückgabe unverlangter Besprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

Mitteilungen aus dem Max-Planck-Institut für Aeronomie

Herausgegeben von J. Bartels und W. Dieminger

Nummer 5 (S) 1961:

Über eine Neubestimmung des Absorptionskoeffizienten von Ozon im Ultraviolett bei kleinen Konzentrationen

Von Heinz Schröpl

Mit 19 Abbildungen. 36 Seiten 4⁰. 1961. DM 5,20

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

48. Jahrgang Heft 20 (Zweites Oktoberheft) 1961

Forschungen über Plastizität, Strahlenschädigung und Gitterbaufehler in den Kaiser-Wilhelm- und Max-Planck-Instituten

Von U. DEHLINGER, Stuttgart

Das umfangreiche Forschungsgebiet der Festkörperphysik geht zunächst aus von den atomistischen Gitterstrukturen der Kristalle, die seit der Laueschen Entdeckung im Jahre 1912 in großer und immer noch wachsender Zahl mit Röntgeninterferenzmethoden bestimmt wurden und deren physikalisch-chemisch untersuchte Gleichgewichte in Zustandsdiagrammen aufgezeichnet sind. Ihr Ziel ist einerseits die Erklärung dieser Strukturen, also eine Untersuchung der Bindung der Atome im Kristall, andererseits die Deutung der Kristalleigenschaften mittels der Strukturen. Die meisten Eigenschaften sind mit Bewegungen von Elektronen und Phononen (Wärmeschwingungsquanten) oder auch mit Verschiebungen von Atomen im Gitter verbunden, weshalb ihre Theorie von dem Studium dieser Vorgänge im ganzen ausgehen muß. Alle Atomverschiebungen in Kristallen hängen nun unmittelbar zusammen mit Gitterbaufehlern, die atomistisch zu beschreiben und teilweise auch im Elektronenmikroskop sichtbar zu machen sind. So hat sich besonders seit 1945 das Interesse der internationalen Grundlagenforschung diesen Abweichungen vom streng regelmäßigen Kristallgitterbau und den damit zusammenhängenden atomverschiebenden Vorgängen zugewandt.

Im folgenden sollen — als weiterer Beitrag zum 50jährigen Jubiläum der Kaiser-Wilhelm- und Max-Planck-Gesellschaft[1]) — einige für die Entwicklung des letztgenannten Gebiets wichtige Ergebnisse dargestellt werden, an deren Entstehung die Kaiser-Wilhelm-Institute für physikalische Chemie, für Faserstoffchemie und für Metallforschung in Berlin-Dahlem und später das Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart entscheidend beteiligt waren. Schon in Dahlem arbeitete eine aus verschiedenen Instituten stammende Gruppe, und auch für den Erfolg der Stuttgarter Forschungen war das ständige Zusammenwirken ausgedehnter theoretischer und gezielter experimenteller Untersuchungen ausschlaggebend. Zur Organisation der hierfür eingesetzten Forschungsgruppe von etwa 35, zur Hälfte experimentell, zur Hälfte theoretisch tätigen Mitarbeitern werden Mittel der Technischen Hochschule Stuttgart, vor allem auch von deren Rechenzentrum, des Max-Planck-Instituts für Metallforschung und der Deutschen Forschungsgemeinschaft vereinigt, was die leitenden Persönlichkeiten dieser Institutionen großzügig und verständnisvoll ermöglicht haben.

Wie sich heute deutlich zeigt, steht die Theorie des *plastischen Fließens* von Einzelkristallen in physikalischer oder methodischer Beziehung zu vielen anderen Vorgängen in Kristallen, von welchen hier genannt seien Diffusion, Umwandlungen, Ausscheidungen, Rekristallisation, Bruch und schließlich die in letzter Zeit besonders bearbeitete „Schädigung" des kristallinen Aufbaus durch Neutronenbeschuß samt den darauf folgenden Erholungsvorgängen.

POLANYI, MARK, E. SCHMID, SACHS, BOAS u. a. in Berlin, G. J. TAYLOR und C. F. ELAM in England beobachteten seit 1922 an den von ihnen hergestellten stabförmigen Einkristallen aus Zinn, Zink, Aluminium usw., daß das Fließen kristallographisch gesetzmäßig, nämlich längs ganz bestimmter „Gleitebenen" und „Gleitrichtungen" vor sich geht und daß dabei das „Schmidsche Schubspannungsgesetz" gilt, wonach die Schubspannungskomponente in der Gleitrichtung einen bestimmten kritischen Wert besitzen muß, damit das plastische Gleiten einsetzt. Das für die weitere Entwicklung entscheidende Problem aber zeigte sich, als für diese kritische Schubspannung experimentell ein Wert gefunden wurde, der etwa tausendmal kleiner war, als theoretische Abschätzungen nach Grundsätzen der Mechanik erwarten ließen, die eine gleichphasige Bewegung aller Atome einer Ebene im Gitter von einer Potentialmulde zur anderen voraussetzten.

Erst im Jahr 1934 fanden gleichzeitig POLANYI, G. J. TAYLOR und OROWAN einen Ansatz zur Lösung dieses Problems, indem sie den Zustand im Gitter betrachteten, der durch die Bewegung nur eines Teils der Atome einer Gleitebene in die benachbarte Mulde entstanden ist und der offensichtlich eine Abweichung von der Periodizität enthält. Dieser, Versetzung (Dislocation) genannte Gitterbaufehler, der später von J. M. BURGERS mit kontinuumsmechanischen und von F. C. FRANK mit allgemeinen gittergeometrischen Betrachtungen im dreidimensionalen Fall exakt definiert werden konnte und sich dabei als linienhaft herausstellte, hat nun die wesentliche Eigenschaft, unter einer Schubspannung von der Größenordnung der experimentell gefundenen, die von außen angelegt sein mag, durch das Gitter wandern zu können und dabei einen atomaren Gleitschritt hinter sich zu lassen. Bestimmt ist die Versetzung durch eine durch den ganzen Kristall sich erstreckende oder in sich geschlossene Linie sowie durch den Vektor der oben gekennzeichneten Atomverschiebung (Burgersvektor), der meist gleich einer Gittertranslation ist. Die Versetzungslinie ist als Rand eines Flächenstückes aufzufassen, in dem die Verschiebung schon stattgefunden hat. Daher kann man offensichtlich eine Versetzung nicht durch einige wenige Atomverschiebungen beseitigen, sondern nur dadurch, daß man sie bis zum Rand des Kristalls wandern oder mit einer zweiten Versetzung von entgegengesetzt gleichem Burgersvektor zusammenfallen läßt. Versetzungen bewirken eine beträchtliche, weitgehend elastizitätstheoretisch berechenbare Erhöhung der Energie, aber nur eine sehr kleine Vermehrung der Entropie des zunächst streng regelmäßigen Gitters. Daher können die Versetzungen im Kristall nicht wie die punktförmigen Baufehler im

[1]) Vgl. die Berichte von L. BIERMANN u. von H. FRIEDRICH-FREKSA, Naturwissenschaften 48, 2 bzw. 10 (1961).

thermodynamischen Gleichgewicht sein, sondern sie sind Relikte seiner Vorgeschichte, die aber durch keine andere thermische Behandlung als durch geeignetes Umschmelzen völlig zum Verschwinden gebracht werden können, sondern wie viele andere Störungen des Gleichgewichts im Kristall verhältnismäßig beständig sind. Von F. C. FRANK und W. T. READ wurde 1950

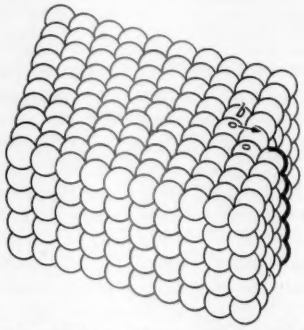


Fig. 1. Idealkristall (kubisch-primitives Gitter) nach Einwanderung einer Stufenversetzung von rechts her. b ist der Burgersvektor

ein Mechanismus angegeben, durch den unter dem Einfluß einer Schubspannung aus einer an zwei Punkten (durch sog. Versetzungsknoten) festgelegten eine zweite wanderungsfähige Versetzung immer aufs neue entstehen kann. Damit wird durch eine außen angelegte Schubspannung die Gesamtlänge der in einem Kristall vorhandenen Versetzungen um mehrere Zeh-

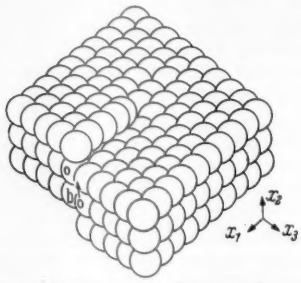


Fig. 2. Die obersten Netzebenen des Idealkristalls nach Einwanderung einer Schraubenversetzung von x_1 her. Fig. 1 und 2 aus E. KRÖNER, Kontinuumstheorie der Versetzungen und Eigenspannungen (Erg. angew. Math., Bd. 5), Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1958

nerpotenzen vergrößert, was als plastische Scherung und Verfestigung sich bemerkbar macht.

So waren um 1950 zahlreiche physikalische Ideen vorhanden, die Einzelzüge des Fließvorgangs zu deuten versuchten. Dennoch war damals keineswegs vorauszusagen, ob und in welcher Kombination diese Ansätze ausreichen würden, um ein zusammenhängendes und einer quantitativen Rechnung zugängliches Bild vom Gesamtvorgang zu liefern. Vor allem war es fraglich, ob das Problem mit den theoretischen Mitteln der klassischen Punktmechanik des Atomgitters zu lösen sei oder ob spezifisch quantenmechanische Vorgänge mitwirken. Wenn wir seit kurzem zu wissen glauben, daß mit der klassischen Mechanik und Statistik auszukommen ist und daß die eigentlichen Schwierigkeiten in der wesentlichen Nichtlinearität der Vorgänge und der starken Abhängigkeit von der Vorgeschichte liegen, so gründet sich das großenteils auf die erst in letzter Zeit (vor allem durch P. HAASEN) experimentell gewonnene Einsicht in die grundsätzliche Gleichartigkeit des Fließens bei Metallen und bei Stoffen mit homöopolarer Bindung wie Germanium.

Quantitative Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment, die auch hier allein beweiskräftig ist und die heute bei den flächenzentriert kubischen Kristallen einigermaßen erreicht ist, war zunächst nur für die von E. SCHMID u. Mitarb. im Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung 1927 bis 1932 gemessene Temperaturabhängigkeit der kritischen Schubspannung näherungsweise herzustellen. An sie knüpfte nach Vorarbeiten von A. KOCHENDÖRFER im Jahr 1953 A. SEEGER in Stuttgart an, um das von ihm konzipierte Gesamtbild des plastischen Fließens flächenzentrierter Kristalle zu beweisen. Entgegen der damals vorherrschenden Ansicht nahm er an, daß nicht die Entstehung der wanderungsfähigen Versetzungen in den Frank-Read-Quellen, sondern ihre Wanderung für die kritische Schubspannung und ihre Zunahme, die Verfestigung, ausschlaggebend seien, und zwar wegen der elastischen Wechselwirkung der Versetzungen und wegen der Notwendigkeit, beim Wandern den „Wald" der ruhenden Versetzungen zu durchschneiden. Bei höheren Verfestigungsgraden, in dem im Verlauf der experimentellen Einzeluntersuchung in Stuttgart gefundenen dritten Teil der Verfestigungskurve, wirkt dann die temperaturabhängige Quergleitung, bei der die stark wechselwirkende Aufstauung der Versetzungen durch Ausweichen in eine andere Gleitebene abgebaut wird, entfestigend.

Die schon an den ersten von G. SACHS u. Mitarb. in Berlin, noch deutlicher aber den genaueren, von DIEHL, BERNER, REBSTOCK u. a. in Stuttgart gemessenen Verfestigungskurven hervortretende Verschiedenheit im Fließverhalten der einzelnen flächenzentrierten Kristalle Cu, Al, Ag, Au, Ni wurde von SEEGER durch Einführung des Stapelfehlers in die Fließtheorie mit überraschendem Erfolg quantitativ gedeutet. Es handelt sich dabei um Stücke von Gitterebenen mit der Koordination der hexagonalen Packung, in welche die Versetzungen des flächenzentrierten Gitters aufspalten und die das erwähnte Durchschneiden erschweren und damit seine Aktivierungsenergie in berechenbarem Maß erhöhen. Die Energie je Flächeneinheit dieser Stapelfehler ist eine von der Gitterbindung stark abhängende Stoffkonstante, die das Fließ- und wohl auch Rekristallisationsverhalten entscheidend bestimmt.

Erst nachdem die Haupteigenschaften der Versetzungen durch die Theorie festgelegt waren, wurden sie im Elektronenmikroskop beobachtet. Bei jedem der oft sehr sinnreichen Präparationsverfahren erhob sich aber von neuem die Frage, wieweit sie die Versetzungen, deren bewegungsfähige Länge von der Größenordnung 0,1 μ ist, in situ und in unveränderter Anzahl erfassen können. Die in dieser Richtung zuverlässigste Methode scheint bis heute die von MADER in Stuttgart entwickelte, aus der von SCHMID und BOAS begonnenen Beobachtung der Gleitlinien und Gleitbänder an der Oberfläche der gedehnten Kristalle hervorgegangene zu sein, denn für sie liegen weitaus die meisten quantitativen Vergleiche mit anderen experimentellen Befunden über Versetzungen in situ vor. Insbesondere konnten alle für Al, Cu, Ag, Au und Ni sowie das hexagonale Zn verschiedenen und von

der Temperatur abhängenden Einzelzüge der Verfestigungskurve auf entsprechende Abänderungen der Versetzungsanordnung im Gleitlinienbild zurückgeführt werden.

Am empfindlichsten im Hinblick auf die Anordnung der Versetzungen im Innern eines verformten Kristalls hat sich bisher das Einmündungsgesetz der ferromagnetischen Hysteresekurve in die Sättigung erwiesen. Infolge der Magnetostriktion wird ja die dabei notwendige Drehung der Magnetisierungsrichtung in die Feldrichtung durch die inneren Spannungen gehemmt, die von den Versetzungen ausgehen, und dies kann bei gegebener Versetzungsverteilung mit Hilfe der von KRÖNER entwickelten mathematischen Verfahren genau berechnet werden. In der Tat hat der von SEEGER und KRONMÜLLER damit durchgeführte quantitative Vergleich zwischen elektronenmikroskopischem Gleitlinienbild an der Oberfläche und ferromagnetischen Messungen bei verschieden verformten Nickelkristallen eine sehr befriedigende Übereinstimmung ergeben, daneben wohl die erste, keine anzupassenden Konstanten benützende exakte Berechnung eines Stücks der Hysteresekurve geliefert. Nachdem in letzter Zeit SEEGER und BROSS mit komplizierten Verfahren der nichtlinearen Elastizitätstheorie, der Quantenmechanik und der Transporttheorie den elektrischen sowie den thermischen Widerstand der Versetzungen einigermaßen genau berechnen konnten, werden auch diese Eigenschaften zur quantitativen Nachprüfung der elektronenmikroskopischen Bilder benützt. Allgemein hat sich das Elektronenmikroskop in der Festkörperphysik am fruchtbarsten in Verbindung mit theoretischen Untersuchungen erwiesen, durch die Ansätze einer atomistisch und elastizitätstheoretisch begründeten Morphologie der Vorgänge in Kristallen geschaffen wurden.

Wie aus diesen quantitativen Untersuchungen hervorgeht, sind im plastisch verformten Zustand Versetzungen an Hindernissen aufgestaut, und die von ihnen erzeugten *inneren Spannungen* hemmen das Wandern weiterer Versetzungen und bewirken so die Verfestigung, d.h. die mit fortschreitender Deformation eintretende Zunahme der kritischen Schubspannung. Diese inneren Spannungen (Eigenspannungen), die von EMIL HEYN, dem Begründer des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Metallforschung, in die Metallkunde eingeführt wurden, beeinflussen auch viele andere Vorgänge, z.B. die der Stahlhärtung zugrundeliegende Martensitbildung sowie die Ausscheidungen, die für wichtige Eigenschaftsänderungen verantwortlich sind. Daher hat die mathematisch abgerundete, auch im Fall der Nichtlinearität mittels Nicht-Riemannscher Geometrie nach Vorgängen englischer und japanischer Theoretiker von E. KRÖNER in Stuttgart entwickelte Theorie der elastischen Eigenspannungen eines anisotropen Kontinuums nicht allein praktikable, oft sehr einfache mathematische Verfahren, sondern auch neue Einblicke in weitreichende Zusammenhänge eröffnet. KRÖNER geht aus von dem Studium der allgemeinsten, durch 15 skalare Ortsfunktionen darstellbaren Deformationen des Kontinuums, bei denen dieses noch zusammenhängend bleibt. Sie werden aufgeteilt in elastische und bleibende Deformationen, die letzteren sind eine Verallgemeinerung der schon 1909 von E. und F. COSSERAT geometrisch betrachteten Strukturkrümmung. Ihre Inhomogenitäten entsprechen der Versetzungsdichte, deren symmetrische Tensorrotation gleich einem von KRÖNER eingeführten Tensor ist, welcher die Abweichungen von den bekannten Kompatibilitätsbedingungen der gewöhnlichen Elastostatik mißt. Aus diesem Inkompatibilitätstensor ergeben sich die Spannungen, als deren Quellen demnach die Versetzungen zu betrachten sind. In der Tat wurde früher mehrfach, so 1929 von L. PRANDTL und U. DEHLINGER, darauf hingewiesen, daß Eigenspannungen (d.h. elastische Spannungen bei fehlender äußerer Beanspruchung) durch unelastische, beim Zerschneiden des Stücks nicht zurückgehende Deformationen, die auf versetzungsähnliche atomistische Strukturen zurückgeführt wurden, stabilisiert werden. Die von KRÖNER entwickelte Geometrie ist auch für andere Gebiete der theoretischen Physik von Interesse, da sie z.B. die in der allgemeinen Relativitätstheorie bisher gebrauchte als Spezialfall enthält. Um sie auf die atomistische Kristallphysik anzuwenden, macht man Grenzübergänge zu diskreten Versetzungen, die in oft überraschend einfache Rechenverfahren einmünden. Ihr Ertrag für die Kontinuumsphysik aber wird wohl noch lange nicht ausgeschöpft sein.

Die *punktförmigen (nulldimensionalen) Gitterbaufehler*, d.h. Gitterlücken und Zwischengitteratome in verschiedenartigen Kombinationen, die von FRENKEL, SCHOTTKY sowie SEITZ eingeführt wurden, entstehen bei hohen Temperaturen im thermischen Gleichgewicht, außerdem aber bei dem oben erwähnten Durchschneiden der Versetzungen im Verlauf des plastischen Fließens sowie beim Durchgang von schnellen Neutronen durch das Gitter infolge des Stoßes der von diesen aus ihren Plätzen geschlagenen Atome. In den beiden letztgenannten Fällen sind sie nicht im thermischen Gleichgewicht, können sich aber dennoch vor ihrem Verschwinden in verschiedener Weise zu metastabilen Gebilden umordnen, wobei vielfach Versetzungen beteiligt sind. Experimentell besonders kennzeichnend für die einerseits durch Verformung, andererseits durch Strahlenschädigung bei sehr tiefen Temperaturen entstehenden Fehlordnungszustände sind die an einer Abnahme des Widerstands und an Hand anderer Eigenschaften zu beobachtenden, im Verlauf einer Temperaturerhöhung in deutlich unterscheidbaren Stufen eintretenden Erholungsvorgänge. Bei einem systematischen Vergleich der beiden genannten Fälle hat A. SEEGER schon 1954 vermutet, daß der Zustand nach Strahlenschädigung durch Neutronen keineswegs so einfach ist, wie anderweitig meist angenommen wurde, sondern daß er außer Gitterlücken und Zwischengitteratomen noch einen neuen Gitterbaufehler enthält, der sich bei sehr tiefen Temperaturen ordnet, aber erst bei der Temperatur starker Selbstdiffusion ausheilt und aus einem durchschnittlich etwa 15 Atome umfassenden verdünnten Bereich besteht (Seeger-Zone).

Um dies zu bestätigen, bedurfte es einer Kombination zahlreicher allgemein theoretischer, numerischer und experimenteller Einzeluntersuchungen, wie sie wohl immer notwendig ist, wenn ein wirklicher Fortschritt in der Kenntnis der Atomistik des Festkörpers erreicht werden soll. Im Kristall sind stets viele Atome und Elektronen stark gekoppelt, daher gibt kaum ein Experiment unmittelbaren Einblick in elementare Zustände oder Vorgänge, und diejenigen

Experimente, welche die theoretischen Fragen aufgeworfen haben, können fast nie zur quantitativen Bestätigung einer Theorie herangezogen werden. So kommt der eigentümliche Stil moderner Grundlagenforschung auf diesem Gebiet zustande, der sich übrigens von dem der technisch anzuwendenden Forschung stark unterscheidet: Erst eine Theorie, die schon eine Mehrzahl von Grundideen verknüpfen kann und zahlenmäßig (meist mit elektronischen Rechenmaschinen) auswertbar ist, gibt genügende Hinweise auf Experimente, von denen eine quantitative Übereinstimmung überhaupt erwartet werden kann. Diese Experimente werden an möglichst einfachen und daher gut zu definierenden Stoffen auszuführen sein, während für den technischen Fortschritt ein ausgedehntes Erfahrungsmaterial an möglichst verschiedenen Materialien wichtiger ist.

Der Nachweis der Seeger-Zonen beruhte vor allem auf ihrem Verhalten gegenüber einer plastischen Verformung, bei der sie von den wandernden Versetzungen durchschnitten werden müssen, was sich in einer bei kleineren Verformungsgraden starken und in kennzeichnender Weise von der Temperatur abhängenden Erhöhung der kritischen Schubspannung bemerkbar macht, die auch versuchstechnisch die beste Meßmöglichkeit für den Betrag der Strahlenschädigung bietet. Eine jahrelange Diskussion betraf die Zuordnung der vor allem von BLEWITT in Oak Ridge an Kupfer beobachteten Erholungsstufen zu den verschiedenen nebeneinander vorkommenden Baufehlern. Die mit den Stufen zusammenhängenden Aktivierungsenergien für die Wanderung und damit Vernichtung der Gitterlücken und Zwischengitteratome konnten in einzelnen Fällen näherungsweise berechnet werden; wichtiger aber war die Berechnung ihrer Bildungsenergien. Dabei wurden die Kräfte zwischen den benachbarten Ionen durch ein Born-Mayer-Potential ausgedrückt, dessen Konstanten halbempirisch bestimmt wurden. Die von den Elektronen ausgeübten Kräfte wurden nach einer auf MOTT und FRIEDEL zurückgehenden quantentheoretischen Methode bestimmt, welche die Anhäufung der Ladung an den Baufehlern zugrundelegt. Die mit der Volumänderung des Gitters zusammenhängenden Kraftwirkungen der ferneren Atome wurden durch eine Kontinuumsnäherung erfaßt, bei der aber nichtlineare Elastizitätstheorie verwendet werden mußte, für die neue Verfahren entwickelt wurden. So konnten die Energien mit einem Fehler von etwa 0,2 eV absolut berechnet werden; insbesondere ergab sich dabei, daß eine unsymmetrische Lage des Zwischengitteratoms im flächenzentrierten Gitter, in der es mit einem zweiten Atom eine Hantel bildet, eine um etwa 0,6 eV kleinere Energie besitzt als die bis dahin ausschließlich betrachtete symmetrische Lage im Würfelzentrum. Die beim Drehen der Hantel zu erwartenden mechanischen und — in Nickel — ferromagnetischen Relaxationseffekte wurden dann auch experimentell beobachtet.

Um die Konzentration der Baufehler aus den sehr genauen Widerstandsmessungen bestimmen zu können, wurden von STEHLE, BROSS u. a. zahlenmäßige Berechnungen des Widerstands von Versetzungen, Gitterlücken und Zwischengitteratomen und ihres Temperaturverlaufs durchgeführt, bei denen mit den erwähnten Methoden die Atomverrückungen und darauf mit der quantenmechanischen Transporttheorie der Widerstand bestimmt werden. Durch geeignete Vorbehandlung können die einzelnen Baufehler experimentell getrennt und auf Reaktionskinetik und Aktivierungsenergie untersucht werden. Damit ist ein Vergleich mit den theoretischen Daten und ein sicherer Nachweis ihrer physikalischen Natur möglich. Schließlich konnten vor kurzem die Seeger-Zonen durch M. J. MAKIN in Harwell nach einer Temperaturbehandlung auch im Elektronenmikroskop sichtbar gemacht werden.

Man erhält so nicht nur eine Antwort auf die anfänglichen Fragestellungen, sondern auch ein systematisches Verständnis der punktförmigen Gitterbaufehler in flächenzentrierten Metallen überhaupt und damit der Vorgänge, wie Diffusion und Ausscheidungen, deren Kinetik sie bestimmen. Wenn hingegen in anderen Problemkreisen der Festkörperphysik, z. B. dem des Bruchs und der Rekristallisation, trotz ihrer technischen Wichtigkeit die zahlreichen Einzelarbeiten noch nicht miteinander abzustimmen und in ihrer dynamischen Bedeutung zu werten sind, so liegt das zweifellos daran, daß hier noch keine atomistische Konzeption des Gesamtvorgangs, kein „bis ins Unendliche fruchtbares Aperçu", wie es GOETHE in der Farbenlehre nennt, vorhanden ist.

Institut für theoretische und angewandte Physik der Technischen Hochschule und Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

Eingegangen am 20. Mai 1961

Kurze Berichte

Anwendung supraleitender Aufdampfschichten in Technik und Physik

Von GUNTHER VON MINNIGERODE, Göttingen

Einleitung. Vor 50 Jahren, im Jahre 1911, ist die Supraleitung von H. KAMERLINGH ONNES [1] am Quecksilber entdeckt worden: Bei einer bestimmten kritischen Temperatur T_c aus dem Bereich sehr tiefer Temperaturen (Sprungtemperatur oder Übergangstemperatur) wird die elektrische Leitfähigkeit des Supraleiters unendlich groß. Diese fast unstetige Abnahme des elektrischen Widerstandes auf einen unmeßbar kleinen Wert wird bei 22 metallischen Elementen und etwa 200 supraleitenden Verbindungen beobachtet. Den niedrigsten Sprungpunkt unter den reinen Metallen hat das Hafnium bei 0,35° K und den höchsten das künstliche Element Technetium mit 11,2° K. Der supraleitende Zustand wird durch die unendliche elektrische Leitfähigkeit nicht vollständig beschrieben. Im Jahre 1933 haben MEISSNER und OCHSENFELD [2] zeigen können, daß sich ein Supraleiter wie ein idealer Diamagnet verhält: Das Magnetfeld wird aus dem Inneren des Supraleiters verdrängt (Meissner-Ochsenfeld-Effekt). Erwärmt man die Probe über die kritische Temperatur, so sind die Erscheinungen der Supraleitung verschwunden. Der supraleitende Zustand kann aber auch dadurch zerstört werden, daß man ein überkritisches Magnetfeld oder eine überkritische Strombelastung an den Supraleiter anlegt. Der kritische Wert des Magnetfeldes H_c, mit dem man die Umwandlung erzwingt, erweist sich temperaturabhängig. Am absoluten Nullpunkt hat das kritische Magnetfeld den größten Wert, bei Annäherung an die Übergangstemperatur reichen schon sehr

kleine Magnetfelder aus, um die Supraleitung aufzuheben.

Von F. LONDON [3] und M. VON LAUE [4] ist eine nützliche phänomenologische Theorie der Supraleitung entwickelt worden. Dagegen bereitet eine mikroskopische Deutung der Supraleitung bis zum heutigen Tage große Schwierigkeiten. Die bislang erfolgreichste — aber leider auch sehr komplizierte — Theorie ist 1957 von BARDEEN, COOPER und SCHRIEFFER [5] veröffentlicht worden (BCS-Theorie): Über die Schwingungen des Kristallgitters besteht zwischen Elektronen mit entgegengesetztem Spin und Impuls eine Wechselwirkung. Übersteigt bei der Temperatur T_c diese Wechselwirkungsenergie die Coulombsche Abstoßungsenergie, so kommt es zu einer Paarbildung dieser Elektronen. Gleichzeitig tritt im Energiespektrum der Elektronen eine verbotene Energiezone auf, die Energie der Elektronen kann bestimmte Beträge nicht annehmen. Mit sinkender Temperatur steigt der Bruchteil der gepaarten Elektronen, und die Breite der Energielücke nimmt zu. Bei $T = 0°$ K beträgt nach der BCS-Theorie die Breite der Energielücke $2\varepsilon_0 = 3{,}5\, k T_c$ (k = Boltzmannsche Konstante = $8{,}62 \cdot 10^{-5}$ eV/°K).

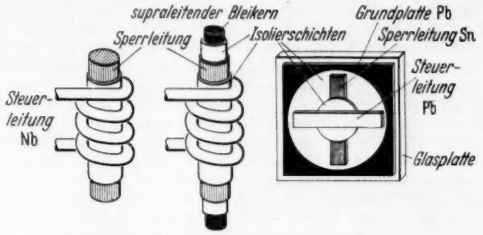
Von den experimentellen Arbeiten zur Supraleitung beschäftigt sich eine große Zahl damit, sehr dünne Schichten von Supraleitern zu untersuchen. Man erzeugt diese sehr dünnen Schichten von nur wenigen Atomlagen bis zu 1 μ Schichtdicke dadurch, daß man das Metall aus dem Dampfstrahl auf eine isolierende Unterlage kondensiert. Auch solche dünnen Aufdampfschichten zeigen die wesentlichen Merkmale der Supraleitung: Unendliche Leitfähigkeit und Meissner-Ochsenfeld-Effekt (für Schichten, die dünner sind als die doppelte Eindringtiefe, wird das Magnetfeld in der supraleitenden Schicht nur zum Teil abgeschirmt). Beim Überschreiten der kritischen Werte T_c, H_c und j_c wird auch in dünnen Schichten der supraleitende Zustand aufgehoben, jedoch kann die Struktur der Schicht die kritischen Werte beeinflussen. So wird im Experiment für das kritische Magnetfeld H_c eine starke Schichtdickenabhängigkeit beobachtet.

In letzter Zeit haben supraleitende Aufdampfschichten eine technische Bedeutung bekommen beim Bau von Gedächtniselementen für elektronische Rechenmaschinen. Neuere Experimente an supraleitenden Aufdampfschichten geben aber auch einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Supraleitung. I. GIAEVER [6] ist es gelungen, mit Hilfe des Tunneleffektes der Elektronen (vgl. S. 638) die verbotene Energielücke in supraleitenden Aufdampfschichten direkt auszumessen.

Die Anwendung der Supraleitung im Cryotron. Die technische Anwendung der Supraleitung beginnt im Jahre 1956 mit der Erfindung des Cryotrons durch D. A. BUCK [7]. Das Cryotron[1]) — ein supraleitendes Schaltelement — ist sehr einfach in seinem Aufbau (Fig. 1a). Ein Draht aus Tantal (Sperrleitung) ist mit einem Niobdraht (Steuerleitung) umwickelt. Kühlt man dieses Schaltelement auf 4,2° K — die Temperatur des flüssigen Heliums — ab, so wird zunächst bei 8° K das Nb supraleitend, bei 4,4° K verliert auch das Ta den elektrischen Widerstand. Der supraleitende Zustand des Tantaldrahtes kann jedoch dadurch wieder aufgehoben werden, daß wir einen hinreichend großen Strom durch den Niobdraht schicken. Das Magnetfeld im Inneren der Spule wird überkritisch, und die Supraleitung in der Sperrleitung wird zerstört. Das gleiche Magnetfeld ist für die Steuerleitung unterkritisch, da wir uns bei 4,2° K weit unterhalb der Übergangstemperatur des Niobs befinden.

Die Fig. 2a zeigt als Beispiel für die Arbeitsweise des Cryotrons ein bistabiles Schaltelement mit den Eigenschaften einer Eccles-Jordan-Flip-Flop-Schaltung[2]). Ein Strom I fließt über den Zweig *1* durch die Steuerleitung des Cryotrons A, dadurch wird ein elektrischer Widerstand in der Sperrleitung des Zweiges *2* erzeugt. In der Parallelschaltung des supraleitenden Zweiges *1* und des normalleitenden Zweiges *2* wird durch den normalleitenden Zweig *2* kein Strom fließen. Es genügt jedoch ein Stromimpuls im Schaltcryotron *2'*, um den Strom I in den Zweig *2* umzuwerfen. Durch den Schaltimpuls wird der Strom im Zweig *1* herabgesetzt und das Cryotron A geöffnet. Der nun durch den Zweig *2* und das Cryotron B fließende Strom sperrt den Zweig *1* vollständig.

Eine andere Art der Anwendung zeigt die Fig. 3a. Hier wird das Cryotron als Schalter benutzt, um einen



a Buck 1956 b Buck u. Garwin c 1959/60

Fig. 1a—c. Das „Cryotron" — ein elektronisches Schaltelement aus Supraleitern. Ein kleiner Strom in der Steuerleitung des Cryotrons erzeugt ein überkritisches Magnetfeld für die supraleitende Sperrleitung und kontrolliert so einen größeren Strom. Die Bilder a bis c zeigen drei Stadien in der Entwicklung des Cryotrons

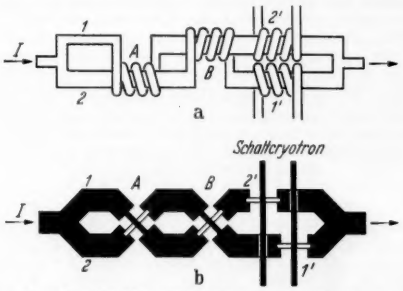


Fig. 2a u. b. Ein bistabiles Schaltelement aus Cryotrons. a Eine Flip-Flop-Schaltung aus „Draht"-Cryotrons. b Dieselbe Schaltung aus supraleitenden Aufdampfschichten: Ein Stromimpuls durch die Steuerleitung eines Schaltcryotrons sperrt den supraleitenden Stromfluß durch die Sperrleitung; der Strom I wird in den anderen Zweig umgeworfen

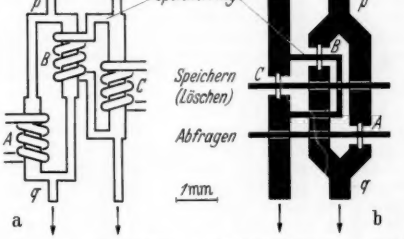


Fig. 3a u. b. Ein einzelnes Gedächtniselement. Durch einen „Schreib"-Impuls auf der Steuerleitung des Speichercryotrons C wird ein Dauerstrom im supraleitenden Speicherring angeworfen. Dieser Dauerstrom treibt das Cryotron B normalleitend. Um diese Information abzufragen, sperrt man mit dem Cryotron A einen supraleitenden Kurzschluß für den Strom I_1; an den Enden des Gedächtniselementes p und q tritt eine Spannung auf. a Gedächtniselement aus supraleitenden Niob- und Tantaldrähten, b aus supraleitenden Aufdampfschichten

supraleitenden Ring zu öffnen und zu schließen; dieser Ring ist in Fig. 3 als Speicherring bezeichnet. Die Schaltung zeigt ein Gedächtniselement, das aus drei einzelnen Cryotrons A, B, C besteht. Eine gespeicherte „Ja"-Information ist gleichbedeutend mit einem Dauerstrom in dem supraleitenden Speicherring. Um diesen Dauerstrom anzuwerfen, läßt man einen Stromimpuls über das Speichercryotron C laufen, der für eine kurze Zeit die Sperrleitung des Speichercryotrons und damit den rech-

[1]) Cryotron: Das Wort ist nach dem griechischen τὸ κρύος = Kälte gebildet.

[2]) Flip-Flop-Schaltung: to flip = schnellen, schnipsen, to flop = hinplumpsen lassen, flip-flap oder flip-flop = der Purzelbaum.

ten Zweig des Speicherringes normalleitend macht. Der Gleichstrom I_0 fließt jetzt nur über den linken Teil des Speicherringes. Nach Beendigung des Schreibimpulses wird der Speicherring wieder vollständig supraleitend. Ein vollständig supraleitender Ring hat aber die Eigenschaft, den bei Eintritt der Supraleitung den Ring durchsetzenden magnetischen Kraftfluß einzufrieren. Es wird also ein Dauerstrom in dem Ring angeworfen, der so gerichtet ist, daß er den magnetischen Fluß durch die Ringfläche konstant hält. Ein solcher Dauerstrom kreist auch dann noch im supraleitenden Speicherring, wenn man den äußeren Strom I_0 abschaltet. Der Dauerstrom fließt über die Steuerleitung des Cryotrons B und treibt die Sperrleitung dieses Cryotrons normalleitend. Um die Information abzufragen, schickt man einen Stromimpuls über die Steuerleitung des Cryotrons A. War eine „Ja"-Information gespeichert, so findet der Strom I_1 beide Cryotrons A und B normalleitend; an den Enden p und q des Gedächtniselementes tritt eine Spannung auf. Wird an diesen Enden des Gedächtniselementes keine Spannung beobachtet, so muß der Strom I_1 über das Cryotron B einen supraleitenden Kurzschluß gefunden haben. Es ist also kein Dauerstrom gespeichert, die Information heißt „Nein". Eine gespeicherte Information kann auch wieder gelöscht werden; dazu ist es nur erforderlich, bei abgeschaltetem Gleichstrom I_0 das Speichercryotron C mit einem Löschimpuls zu sperren.

Nach der anfänglichen Begeisterung hat sich sehr bald herausgestellt, daß das Cryotron in dieser Form nicht brauchbar ist. Die Schaltzeit eines „Draht"-Cryotrons ist viel zu lang für eine Verwendung in einer modernen Rechenanlage. Zum Schaltvorgang muß der Strom I in der Steuerleitung des Cryotrons einen gewissen Wert I_s erreichen. In einem Kreis mit dem Widerstand R und der Selbstinduktion L beobachtet man beim Einschalten den folgenden Stromanstieg

$$I = I_\infty (1 - e^{-(R/L)t}).$$

Nach der Zeit $t = L/R$ hat der Strom erst etwa 60 % seines Endwertes I_∞ erreicht, dieser Endwert darf natürlich die kritische Stromdichte j_c der supraleitenden Steuerleitung nicht übersteigen. Um die Schaltzeit des Cryotrons zu verkürzen, muß man also den Schaltstrom I_s und die Zeitkonstante L/R verkleinern. Bei einer Temperatur dicht unter der Übergangstemperatur der Sperrleitung arbeitet das Cryotron wegen der Temperaturabhängigkeit des kritischen Magnetfeldes mit kleinen Schaltströmen I_s. Für einen solchen Betrieb muß die Temperatur des Heliumbades sehr genau kontrolliert werden. Auch die Reproduzierbarkeit der kritischen Werte T_c, H_c und j_c bereitet große technische Schwierigkeiten. In diesem Bericht soll jedoch nicht weiter auf diese Entwicklung eingegangen werden. Wichtiger ist es noch, die Zeitkonstante L/R herabzusetzen, d.h. eine Cryotronschaltung zu bauen mit großem Widerstand R in der normalleitenden Sperrleitung und kleiner Selbstinduktion L.

Diese Entwicklung des Cryotrons ist in der Fig. 1 dargestellt. Die Fig. 1a zeigt das Cryotron, wie es 1956 von BUCK erfunden worden ist. Um die Selbstinduktion herabzusetzen, haben BUCK und GARWIN vorgeschlagen, die massive Sperrleitung durch eine Aufdampfschicht in der Form eines Hohlzylinders zu ersetzen und den Kern der Spule mit einem idealen Diamagneten zu füllen (z.B. supraleitendes Blei, Fig. 1b). Denkt man sich dieses Cryotron der Länge nach aufgeschnitten und in eine Ebene ausgerollt, dann erhält man ein Cryotron moderner Bauart aus Aufdampfschichten (Fig. 1c). Auf eine Glasplatte als Träger wird eine supraleitende Abschirmung aus Blei aufgedampft, sie hat dieselbe Funktion wie der supraleitende Kern in Fig. 1b. Die beiden Isolierschichten bestehen aus Siliziummonoxyd. Die Sperrleitung wird aus Zinn ($T_c = 3{,}73°$ K) und die Steuerleitung aus Blei ($T_c = 7{,}22°$ K) aufgedampft. Bei einem Schaltvorgang ist die stromdurchflossene Steuerleitung von einem Magnetfeld umgeben. Dieses Magnetfeld zerstört die Supraleitung in der darunterliegenden Sperrleitung.

Heute werden nicht nur einzelne Cryotrons, sondern ganze Schaltungen aufgedampft. Die Fig. 2b und 3b sollen dafür ein Beispiel sein. Supraleitende Bleifilme vereinigen die einzelnen Cryotrons zu einer Flip-Flop-Schaltung bzw. zu einem Gedächtniselement, deren Arbeitsweise bereits an Hand der Fig. 2a und 3a besprochen worden ist. Dabei kann das einzelne Schaltelement so klein gehalten werden, daß man auf einem Objektträger einen Gedächtnisspeicher für 40 Informationen unterbringen kann. Für den Bau eines dichtgepackten Speichers muß die Wärmeentwicklung im Inneren des Speichers klein gehalten werden. In supraleitenden Schaltelementen wird nicht nur die Schaltzeit, sondern auch die dispergierte Energie wesentlich durch die Selbstinduktion bestimmt. Wie man in Fig. 1b sieht, ist die Dicke der Isolierschichten hauptsächlich für die verbleibende Selbstinduktion verantwortlich. Das gilt auch für das ebene Cryotron in Fig. 1c. Bisher ist es nicht gelungen, fehlerfreie SiO-Schichten dünner als 10000 Å aufzudampfen. Systematische Untersuchungen an solchen dünnen Isolierschichten sind daher von großem praktischem Interesse.

Es sei hier nur erwähnt, daß es auch noch viele andere Schaltelemente aus supraleitenden Aufdampfschichten gibt [8]. Sie alle aber benutzen dieselben Eigenschaften der Supraleiter: Unendliche Leitfähigkeit, Verdrängung des Magnetfeldes und die Zerstörung des supraleitenden Zustandes durch ein überkritisches Magnetfeld. Dem Laien mag die Erzeugung der tiefen Temperaturen als ein starkes Hindernis für die praktische Anwendung dieser Schaltelemente erscheinen. Da supraleitende Schaltelemente keine Stromwärme erzeugen, spart man jedoch den technischen Aufwand für die Kühlung, die bei den heutigen Rechenanlagen ein ernstes Problem ist. Der Wettlauf um kurze Schaltzeiten wird daher die Zukunft der supraleitenden Schaltelemente entscheiden.

Eine direkte Ausmessung der Energielücke in supraleitenden Aufdampfschichten. Eine systematische Untersuchung einer sehr dünnen Isolierschicht zwischen zwei metallischen Aufdampfschichten wurde von IVAR GIAEVER [9] durchgeführt. Die Ergebnisse seiner Versuche haben ein so großes Aufsehen erregt, daß die Versuche sofort von J. NICOL, S. SHAPIRO und P.H. SMITH [10] wiederholt und fortgeführt worden sind. Es ist nämlich möglich, die Energielücke der Supraleiter an einer solchen Anordnung mit einem Millivoltmeter auszumessen. Für die Deutung der Versuche hat J. BARDEEN [11] eine theoretische Rechtfertigung gegeben. Über diese Arbeiten soll im folgenden zusammenfassend berichtet werden.

Die Versuchsanordnung ist denkbar einfach. Auf eine Glasplatte als Träger wird eine 1 mm breite und etwa 1000 Å dicke Aluminiumschicht aufgedampft. Diese Al-Schicht wird bei Zimmertemperatur einige Minuten der Luft ausgesetzt, dabei überzieht sich die Oberfläche mit einer dünnen Aluminiumoxyd(Al_2O_3)-Schicht. Senkrecht über diesen Streifen wird eine zweite Schicht aus einem anderen Metall aufgedampft, z.B. Blei. An der etwa 1 mm² großen Kreuzungsstelle entsteht so ein Schichtpaket aus $Al/Al_2O_3/Pb$. Stromzuführungen und Potentialsonden erlauben es, an jedem Film getrennt den elektrischen Widerstand und den Eintritt der Supraleitung zu messen. Außerdem kann man aber auch eine Spannung zwischen dem Aluminium und dem Blei anlegen und nachsehen, ob durch die Al_2O_3-Schicht ein Strom fließt. Da Al_2O_3 ein Isolator ist und die Durchbruchfeldstärke für Isolatoren 10^6 V/cm beträgt, wird man für kleine Spannungen zunächst keinen Strom erwarten.

Ein Elektron, das gegen die Al_2O_3-Schicht anläuft, spürt die Isolierschicht als einen Potentialwall. Nach der klassischen Theorie kann ein Elektron mit der Energie E ein Gegenpotential Φ nur dann durchbrechen, wenn seine Energie $E \geqq e\Phi$ ist. Dagegen hat in der Quantentheorie ein Elektron auch dann, wenn seine Energie nicht ausreicht, um den Potentialwall zu überwinden, dennoch eine endliche Wahrscheinlichkeit, den Potentialwall zu durchdringen. Die Wahrscheinlichkeit $W(E)$ für einen einzelnen quantenmechanischen Tunneleffekt wird durch den Potentialwall bestimmt: Die Wahrscheinlichkeit nimmt quadratisch mit der Höhe und exponentiell mit der Breite des Potentialwalles ab. Da in diesem Experiment der Potentialwall sehr schmal ist, denn die Isolierschicht ist nur 20 Å dick, beobachtet man auch für kleine Spannungen einen Strom, der von tunnelnden Elektronen getragen wird. Gemessen wird der Tunnelstrom durch das Schichtpaket in Abhängigkeit von der angelegten Spannung für verschiedene Temperaturen der Probe.

Die Meßergebnisse sind in Fig. 4 wiedergegeben. Aufgetragen ist der Tunnelstrom in Einheiten von 0,17 mA über der angelegten Potentialdifferenz in Millivolt. Der Versuch (A) wird bei 8° K ausgeführt, Aluminium und

Blei sind noch beide normalleitend. Man beobachtet in diesem Fall eine streng lineare Abhängigkeit des Tunnelstromes von der angelegten Potentialdifferenz. Im Versuch (*B*) kühlt man das Schichtpaket unter die Sprungtemperatur des Bleis ab. Die lineare Abhängigkeit des Tunnelstromes von der angelegten Spannung ist zerstört. Für kleine Potentialdifferenzen wird kaum noch ein Tunnelstrom beobachtet. Je weiter man die Probe abkühlt, um so stärker weicht die gemessene *I-V*-Kurve von der Geraden ab. Daß es sich hier wirklich um einen Einfluß der Supraleitung handelt, kann man durch Anlegen eines überkritischen Feldes zeigen. In einem solchen Feld findet man wieder die gestrichelt eingezeichnete lineare *I-V*-Kurve. Für tiefe Temperaturen und kleine Potentialdifferenzen wird der Tunnelstrom sehr klein, deshalb ist für den Versuch (*C*) der Tunnelstrom im zehnfach größeren Maßstab aufgetragen, die lineare *I-V*-Kurve aus dem ersten Versuch ist zum Vergleich gestrichelt eingezeichnet. Die Temperatur des Schichtpaketes beträgt in diesem Versuch 1° K, d. h., auch das Aluminium ist supraleitend ($T_c = 1{,}2°$ K). Die *I-V*-Kurve zeigt in diesem Versuch eine ausgesprochene Struktur, die direkt ein Maß für die Breite der Energielücke in der supraleitenden Blei- und Aluminiumschicht ist.

Die Energielücke ist eine für Elektronen verbotene Energiezone im Supraleiter. Die Energieverteilung der Elektronen in einem Metall wird durch zwei Größen bestimmt. Die Zustandsdichte $D(E)$ gibt an, wieviel erlaubte Zustände es für Elektronen der Energie E pro Energieintervall in einem Mol des Metalles gibt. Für ein sehr kleines Energieintervall um die Fermische Grenzenergie wird im folgenden $D(E)$ im normalleitenden Metall als konstant angenommen. Alle Elektronen aus diesem kleinen Energieintervall treffen den Potentialwall fast in gleicher Höhe, für sie ist die Wahrscheinlichkeit für den einzelnen Tunneleffekt $W(E)$ gleich groß. Die Zahl der Elektronen, die einen Tunnelprozeß ausführen, hängt noch davon ab, wie viele Elektronen für einen Tunnelprozeß zur Verfügung stehen und ob diese Elektronen mit der Energie E erlaubte freie Plätze auf der anderen Seite der Isolierschicht finden. In einem Metall wird die Besetzung der erlaubten Zustände mit Elektronen durch die Fermistatistik beschrieben. Für den absoluten Nullpunkt der Temperatur sind alle Zustände bis zur Fermischen Grenzenergie ζ mit Elektronen besetzt, die Zustände darüber sind unbesetzt. Endliche Temperaturen verursachen eine Verschmierung der Besetzung symmetrisch zur Fermigrenze. In einem Supraleiter tritt nach der BCS-Theorie die Lücke in der Zustandsdichte ebenfalls symmetrisch zur Fermigrenze auf. Die Elektronenzustände, die im normalleitenden Zustand an dieser Stelle gelegen haben, sind abgesenkt oder angehoben worden. Unmittelbar über und unter der Lücke mit der Breite 2ε ist die Zustandsdichte deshalb wesentlich größer geworden. Dieses Einteilchenbild eines freien Elektronengases im normalleitenden und supraleitenden Metall ist in Fig. 4 zur Deutung der Versuche eingezeichnet. Als ein Modell für das Schichtpaket $Al/Al_2O_3/Pb$ ist die elektronische Zustandsdichte $D(E)$ für beide Metalle in Abhängigkeit von der Energie E aufgetragen. Die von Elektronen besetzten Zustände sind schwarz ausgezogen; erlaubte, aber freie Zustände sind schraffiert eingezeichnet.

Im Versuch (*A*) sind beide Metalle normalleitend. Die Zustandsdichten sind in der obenerwähnten Näherung konstant. Die Temperatur von 8° K bewirkt eine kleine Verschmierung der Besetzung um die Fermi-Grenze. Die angelegte Spannung V hebt bei der angegebenen Polung das Ferminiveau im Aluminium um die Energie eV gegenüber Blei an. Je größer die angelegte Spannung V ist, um so mehr Elektronen im Aluminium stehen freien Plätzen im Blei gegenüber: der Tunnelstrom I steigt mit der Spannung V an. Im Versuch (*B*) ist das Blei supraleitend. Den Elektronen im Aluminium stehen jetzt fast nur besetzte oder verbotene Zustände im supraleitenden Blei gegenüber. Mit steigender Spannung V wird erst von $eV = \varepsilon_{Pb}$ an ein merklicher Tunnelstrom einsetzen. Dieser Effekt wird um so ausgeprägter sein, je tiefer die Temperatur ist, denn dann entfällt die Auflockerung in der Besetzung der Elektronenzustände, und die Energielücke im Blei ist voll ausgebildet. Kühlt man das Schichtpaket unter 1,2° K ab — Versuch (*C*) —, so wird auch das Aluminium supraleitend. Dieser besonders interessante Versuch ist in Fig. 5 noch einmal ausführlich dargestellt. Im Punkte (*A*) ist noch-keine Spannung zwischen den Metallen 1 und 2 angelegt. Die Fermi-Niveaus stellen sich durch tunnelnde Elektronen auf gleiche Höhe

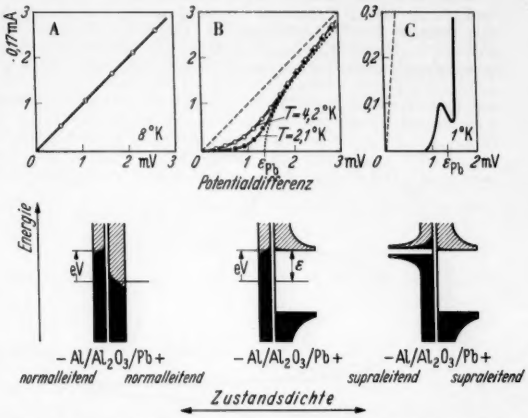


Fig. 4A—C. Tunneleffekt der Elektronen durch eine dünne Isolierschicht zwischen zwei metallischen Aufdampfschichten. An dem Beispiel des Schichtpaketes $Al/Al_2O_3/Pb$ werden Messungen des Tunnelstromes in Abhängigkeit von der angelegten Potentialdifferenz gezeigt: A beide Metalle normalleitend, B Aluminium normalleitend und Blei supraleitend, C beide Metalle supraleitend. Die Versuche werden an Hand eines Modells gedeutet. In dem Modell des Schichtpaketes ist die elektronische Zustandsdichte der Metalle in Abhängigkeit von der Energie aufgetragen. Von Elektronen besetzte Zustände sind schwarz ausgezogen, erlaubte freie Zustände sind schraffiert eingezeichnet

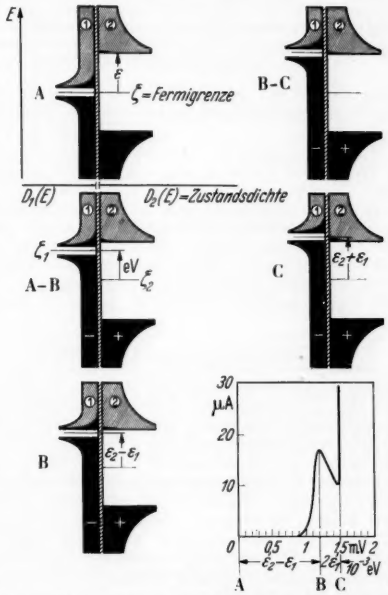


Fig. 5A—C. Tunneleffekt der Elektronen zwischen zwei supraleitenden Aufdampfschichten. Die für Elektronen verbotenen Energiezonen in den beiden supraleitenden Aufdampfschichten bestimmen den Verlauf der gemessenen *I-V*-Kurve (in der Figur rechts unten). In den Bildern A bis C wird das Modell des Schichtpaketes $AL/Al_2O_3/Pb_+$ für fünf verschiedene angelegte Spannungen gezeigt

ein, es fließt kein resultierender Tunnelstrom. Beim Anlegen einer Spannung wird das Fermi-Niveau ζ_1 gegenüber dem Fermi-Niveau ζ_2 angehoben. Thermisch angeregte Elektronen können aus dem Metall 1 in das Metall 2 hinübertunneln. Im Punkte (*B*) beträgt das Energieäquivalent der angelegten Spannung $eV = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$.

Der Tunnelstrom hat in diesem Punkt ein Maximum erreicht: Alle thermisch angeregten Elektronen im Metall 1 stehen einer Vielzahl von freien Plätzen im Metall 2 gegenüber. Bei einer noch größeren Spannung bleibt zwar die Zahl der tunnelfähigen Elektronen dieselbe, aber die Zahl der freien Plätze im Metall 2 nimmt ab. Folglich nimmt auch der Tunnelstrom ab, bis er im Punkte (C) ($\mathrm{eV} = \varepsilon_2 + \varepsilon_1$) ein Minimum erreicht hat. Übersteigt das Energieäquivalent der angelegten Spannung den Betrag

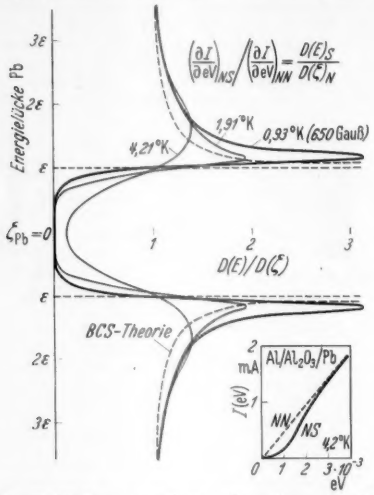


Fig. 6. Die für Elektronen verbotene Energiezone in einer supraleitenden Bleischicht. Die Steigung der gemessenen I-V-Kurve aus Fig. 4B (rechtes unteres Teilbild) ist direkt ein Maß für die Energielücke im Supraleiter. Für drei verschiedene Temperaturen wird die Energielücke mit der theoretischen Form (BCS-Theorie) verglichen. Für die tiefste Temperatur muß die Supraleitung des Aluminiums durch ein Magnetfeld unterdrückt werden

$\varepsilon_2 + \varepsilon_1$, so nimmt der Tunnelstrom gewaltig zu, da nun auch die nichtangeregten Elektronen am Tunnelstrom teilnehmen können.

Bei der gemessenen I-V-Kurve liegt das Maximum (Punkt B) an der Stelle $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ eV und das Minimum (Punkt C) bei $\varepsilon_2 + \varepsilon_1 = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ eV. Danach beträgt bei der Temperatur 1° K die Breite der Energielücke in der supraleitenden Bleischicht $2\,\varepsilon_2 = 2{,}7 \cdot 10^{-3}$ eV und in der supraleitenden Aluminiumschicht $2\,\varepsilon_1 = 0{,}3 \cdot 10^{-3}$ eV. An Stelle der Bleischicht kann man auch andere Supraleiter aufdampfen. Bei der Temperatur 1° K erhält man folgende Werte für die Breite der Energielücke:

gemessen	berechnet
$2\,\varepsilon_{Pb} = 2{,}7 \cdot 10^{-3}$ eV $= 4{,}3\,kT_c$	$(3{,}528\,kT_c)$
$2\,\varepsilon_{Sn} = 1{,}1 \cdot 10^{-3}$ eV $= 3{,}5\,kT_c$	$(3{,}525\,kT_c)$
$2\,\varepsilon_{In} = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ eV $= 3{,}6\,kT_c$	$(3{,}518\,kT_c)$
$2\,\varepsilon_{Al} = 0{,}3 \cdot 10^{-3}$ eV $= 3{,}0\,kT_c$	$(2{,}328\,kT_c)$

Dabei ist für T_c die Sprungtemperatur des kompakten Materials eingesetzt. Nach der BCS-Theorie sollte am absoluten Nullpunkt für alle Supraleiter gelten $2\,\varepsilon_0 = 3{,}528\,kT_c$. Für die Temperatur 1° K sind die Werte nach MÜHLSCHLEGEL [12] berechnet worden, diese theoretischen Werte sind zum Vergleich in Klammern angegeben. Unabhängig wird in allen Messungen in Bleischichten eine breitere Energielücke gefunden, als es die Theorie voraussagt. Für die Aluminiumschichten sind die vorliegenden Meßwerte noch uneinheitlich. Der obengenannte Meßwert bei 1° K würde einer Breite von $2\,\varepsilon_{Al} = 4{,}5\,kT_c$ bei $T = 0°$ K entsprechen. Im Fall des Aluminiums wird das Ergebnis entscheidend durch eventuelle Fehler in der Temperaturmessung beeinflußt, denn bei $T/T_c = 1/1{,}2 = 0{,}83$ zeigt die Energielücke noch eine starke Temperaturabhängigkeit. Außerdem hatten bei diesen Versuchen die aufgedampften Aluminiumschichten sehr breite Übergangskurven mit zum Teil wesentlich höheren Übergangstemperaturen als das kompakte Material (bis 1,8° K). In der Wahl von $T_c = 1{,}2°$ K liegt also eine gewisse Willkür, $T_c = 1{,}5°$ K würde eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse mit dem theoretischen Wert ergeben. Ultrarot-Absorptionsmessungen der Energielücke in kompakten Supraleitern und dünnen Schichten werden in einer Arbeit von RICHARDS und TINKHAM [13] berichtet und mit älteren indirekten Messungen verglichen. Für die Supraleiter Blei und Zinn besteht eine befriedigende Übereinstimmung mit den hier berichteten Werten, im supraleitenden Indium wird dagegen eine Energielücke der Breite $2\,\varepsilon_0 = 4{,}1\,kT_c$ in diesen Messungen nicht bestätigt.

Durch eine Veränderung der Meßtemperatur oder Anlegen eines Magnetfeldes läßt sich zusätzlich die Temperaturabhängigkeit und die Magnetfeldabhängigkeit der Energielücke bestimmen. Mit dem Tunneleffekt der Elektronen läßt sich aber nicht nur die Breite, sondern auch die volle Form der Energielücke ausmessen. Die Zunahme des Tunnelstromes I mit steigender Spannung V, d.h. die Steigung $\partial I/\partial(\mathrm{eV})$ der gemessenen Kurve I als Funktion von eV, ist ein Maß für das Produkt der Zustandsdichten in dem Metall 1 und dem Metall 2, denn die Wahrscheinlichkeit für einen Tunneleffekt ist proportional zu dem Produkt aus der Zahl der Elektronen und der Zahl der freien Zustände. In dem Versuch (A) der Fig. 4 sind beide Metalle normalleitend, beide Zustandsdichten sind als konstant angenommen. Tatsächlich wird im Experiment eine lineare Abhängigkeit des Tunnelstromes von der angelegten Spannung beobachtet, $[\partial I/\partial(\mathrm{eV})]_{NN} = \mathrm{const.}\ D_1(\zeta_1)\,D_2(\zeta_2)$ ist konstant. In dem Versuch (B) der Fig. 4 ist die Steigung der I-V-Kurve proportional zu dem Produkt aus der konstanten Zustandsdichte im normalleitenden Aluminium und der unbekannten Zustandsdichte im supraleitenden Blei, $[\partial I/\partial(\mathrm{eV})]_{NS} = \mathrm{const.}\ D_1(\zeta_1)\,D_2(E)$. Da man die Proportionalitätskonstante und die Zustandsdichte des normalleitenden Aluminiums dem Versuch (A) entnehmen kann, erhält man aus dieser Messung direkt die unbekannte Zustandsdichte im supraleitenden Blei. In der Fig. 6 wird das Ergebnis am Beispiel $\mathrm{Al/Al_2O_3/Pb}$ für drei verschiedene Temperaturen gezeigt. Es ist aufgetragen die Zustandsdichte im supraleitenden Blei in Einheiten der Zustandsdichte an der Fermi-Grenze im normalleitenden Blei über der Energie. Die Energieskala ist in Einheiten der Breite der Energielücke im supraleitenden Blei ($2\,\varepsilon_0 = 2{,}7 \cdot 10^{-3}$ eV) eingeteilt. Für die tiefste Temperatur von 0,93° K muß die Supraleitung des Aluminiums durch ein angelegtes Magnetfeld unterdrückt werden. Die Form der Energielücke nach der BCS-Theorie ist zum Vergleich gestrichelt eingezeichnet.

Zusammenfassung. Für den Bau elektronischer Schaltelemente aus Supraleitern ist eine genaue Kenntnis der Supraleiteigenschaften dünner Schichten erforderlich. Die Abhängigkeit der kritischen Werte der Supraleitung von Schichtdicke, Struktur und Reinheit der Aufdampfschichten ist erst zum Teil bekannt. Ein sehr wichtiges Problem sind fehlerfreie dünne Isolierschichten. Der Tunneleffekt von Elektronen durch eine sehr dünne Isolierschicht ist ein wichtiges Hilfsmittel zur direkten Bestimmung der für Elektronen verbotenen Energiezone in Supraleitern. Die bereits vorliegenden Versuche tragen wesentlich bei zu einem besseren Verständnis der Supraleitung.

Literatur

Monographie über die Supraleitung: SHOENBERG, D.: „Superconductivity", Cambridge, England: University Press 1952. — [1] ONNES, H. K.: Commun. Phys. Lab. Univ. Leiden **119b** (1911). — [2] MEISSNER, W., u. R. OCHSENFELD: Naturwissenschaften **21**, 787 (1933). — [3] LONDON, F.: Superfluids, vol. 1. New York: John Wiley & Sons 1950. — [4] LAUE, M. v.: Theorie der Supraleitung. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1949. — [5] BARDEEN, J., L. N. COOPER u. J. R. SCHRIEFFER: Physic. Rev. **108**, 1175 (1957). — [6] GIAVER, I.: Phys. Rev. Letters **5**, 147, 464 (1960). — [7] BUCK, D. A.: Proc. I. R. E. **44**, 482 (1956). — [8] YOUNG, D. R.: Superconducting Circuits, Progress in Cryogenics, vol. 1. London: Heywood & Comp. 1959. — [9] Siehe [6] u. GIAVER, I., u. K. MEGERLE: Physic. Rev. (im Druck). — [10] NICOL, J., S. SHAPIRO u. P. H. SMITH: Phys. Rev. Letters **5**, 461 (1960). — [11] BARDEEN, J.: Phys. Rev. Letters **6**, 57 (1961). — [12] MÜHLSCHLEGEL, B.: Z. Physik **155**, 313 (1959). — [13] RICHARDS, P. L., u. M. TINKHAM: Physic. Rev. **119**, 575 (1960).

Göttingen, I. Physikalisches Institut der Universität

Eingegangen am 9. Mai 1961

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Änderung der Absorption von Siliziumaufdampfschichten bei Einwirkung von 75 keV-Elektronen

In Fortsetzung unserer Untersuchungen, den Einfluß intensiver Elektronenstrahlen auf Halbleiter festzustellen, wobei sich zeigte, daß an Silizium eine Umwandlung von p- in n-leitendes Material mit Elektronen von einer Energie von nur 50 keV möglich zu sein scheint[1]), wurde der Einfluß des Elektronenbeschusses auf die Absorption geprüft.

Um festzustellen, welche Änderungen der optischen Absorptionseigenschaften beim Beschuß mit den intensiven Elektronenstrahlen an Silizium entstehen, wurden 2 bis 5 μ dicke Siliziumschichten durch Aufdampfen hergestellt. Das verdampfte Material war p-leitend und hatte einen spezifischen elektrischen Widerstand von $10^4\,\Omega\cdot$cm. Aufgedampft wurde auf durchsichtige Quarzplättchen, die für Licht mit einer Wellenlänge zwischen 0,3 und 2,5 μ keine Absorption zeigten. Die Verdampfung erfolgte aus Wolframschiffchen bei 10^{-5} Torr Vakuum. In Fig. 1 ist die spektrale Abhängigkeit (angegeben in Werten der Photonenenergie) des Transmissionsvermögens der unbeschossenen Aufdampfschicht (*a*) wiedergegeben. Von 4,0 eV bis herab zur Absorptionskante entsprechend einer Bandbreite von 1,3 eV sieht man den bekannten Verlauf der Grundbandabsorption. Die für weiter ansteigende Wellenlängen auftretende Absorption mit einem breiten Maximum bei 0,8 eV läßt sich zunächst nicht weiter begründen und hängt möglicherweise mit den Akzeptoren des Materials oder mit einem gewissen Sauerstoffgehalt[4]) zusammen.

Die Schichten wurden zunächst mit 50 keV-Elektronen beschossen. Für eine Bestrahlungsdosis bis $2\cdot10^{15}$ Elektronen/cm² (*b* in Fig. 1) zeigte sich praktisch keine Veränderung der Absorptionseigenschaften. Letzterer Beschuß erfolgte im Zeitraum von 10 sec, wobei durch die entstehende Erwärmung bereits feine Risse in der Schicht unter dem Mikroskop sichtbar wurden. Bei Beschuß mit 75 keV-Elektronen war auf eine Schicht maximal eine Strahlendosis von $3\cdot10^{16}$ Elektronen/cm² möglich, nach deren Einwirkung eine Spektralabhängigkeit der Transmission (*c* in Fig. 1) gefunden wurde. Dabei zeigt sich eine nahezu über den ganzen Spektralbereich von 0,5 bis 3 eV (0,35 bis 2,5 μ) parallele Verschiebung der Transmissionskurve gegenüber der unbeschossenen und der schwach beschossenen Probe um 0,15 bis 0,2 eV nach kürzeren Wellenlängen.

Zur Deutung dieser Ergebnisse ist zu bemerken, daß in dem untersuchten Spektralbereich die für den Ausläuferbereich bekannten Erscheinungen nicht zu erwarten sind, welche in der Verstärkung oder Neuentstehung von Absorptionsbereichen bestehen, wie sie bei einer Neuentstehung oder Erhöhung der Zahl von Störstellen zu bemerken sind. Derartige Änderungen der Absorption für Wellenlängen der Strahlung zwischen 10 und 20 μ treten z. B. bei Beschuß des Siliziums mit schnellen Neutronen auf. In dem bei diesen Untersuchungen[2]) verwendeten p-Silizium trat für Wellenlängen unterhalb 3 μ eine starke Absorption auf. Wenn bei unseren Messungen das p-Silizium auch schwächer dotiert war als in dem zitierten Fall, so scheint die bei uns vorliegende Absorption im Ausläuferbereich zwischen 2,5 und 1 μ analog zu sein.

Interessant ist nun, daß bei dem Neutronenbeschuß diese Ausläuferabsorption von etwa 2,5 μ auf 2 μ in ihrer ganzen Breite parallel verschoben wurde entsprechend einer Differenz der Photonenenergie von 0,12 eV. Wenn bei unseren Untersuchungen durch den Elektronenbeschuß in dem daran anschließenden Bereich von 2,5 bis 0,34 μ eine Parallelverschiebung der Absorption um 0,15 bis 0,2 eV beobachtet wurde, so scheint ein ähnlicher Vorgang zugrunde zu legen zu sein.

Die Veränderung der Absorption im Grundbandgebiet war von vornherein nicht zu erwarten, da durch den Teilchenbeschuß eine Änderung der Zahl der bei der Grundbandabsorption maßgeblichen Valenzband-Elektronen nicht von Bedeutung sein kann und auch zusätzliche Störniveaus, die im Bereich dieser Absorption liegen, sich nur unbedeutend hervorheben könnten, soweit sie überhaupt möglich sind. Insofern scheiden auch Diskussionen über eine mögliche Verschiebung der Absorptionskurve in vertikaler Richtung der Fig. 1 aus, wie auch im Rahmen der Fehlerbereiche hauptsächlich eine horizontale Verschiebung aus Fig. 1 zu entnehmen ist. Offenbar deutet die Parallelverschiebung der Absorptionskurve auf eine Veränderung der gesamten Struktur des Siliziums hin, bei der die der Breite der verbotenen Zone entsprechende Absorptionskante um etwa 0,2 eV auf 1,5 eV zunimmt. Vielleicht ist in diesem Zusammenhang die entsprechende Verschiebung der Absorptionskante bei hydrostatischem Druck von Interesse[5]). Ohne auf die vielfältigen Möglichkeiten der Anwendung dieser Erscheinung einzugehen, soll nur darauf hingewiesen werden, daß für Sonnenbatterien der optimale Wirkungsgrad erreicht wird, wenn die Breite der verbotenen Zone 1,6 eV beträgt[3]). Von diesem Wert ist Silizium relativ weit entfernt, doch könnte man diesem durch die beim Elektronenstrahlbeschuß erzeugte Erhöhung der verbotenen Zone auf 1,5 eV schon bedeutend näher kommen.

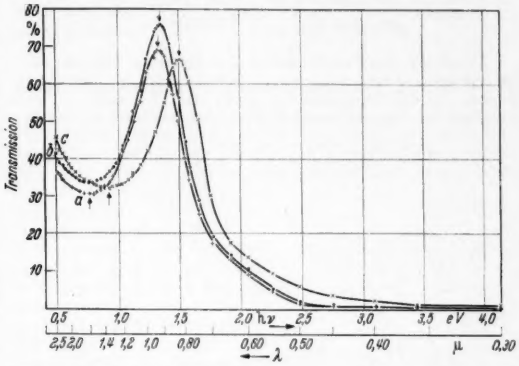


Fig. 1. Spektrale Abhängigkeit des Transmissionsvermögens *a* der unbeschossenen (+), *b* der schwach beschossenen (●), *c* der stark beschossenen (×) Aufdampfschicht

Herrn K. H. Steigerwald danke ich für die Ermöglichung dieser Untersuchungen in den Labors seiner Abteilung.

Firma Carl Zeiss, Oberkochen (Württ.)

Heinrich Hora*)

Eingegangen am 3. Juli 1961

*) Jetzige Anschrift: IBM-Laboratorien, Böblingen bei Stuttgart.

[1]) Hora, H. (zur Veröffentlichung vorbereitet). — [2]) Spitzer, W. G., u. H. Y. Fan: Physic. Rev. **109**, 1011 (1958). — [3]) Loferski, J. J.: J. Appl. Physics **27**, 777 (1956). — [4]) Fan, H. Y., u. A. K. Ramdas: Proc. Int. Cont. Semicond. Phys. Prag 1960, S. 309. — [5]) Paul, W., u. D. M. Warschauer: J. Phys. Chem. Solids **6**, 6 (1958).

Interatomare Abstände in $PbCl_2$, Cotunnit

Die Kristallstruktur der unter normalen Bedingungen stabilen rhombischen Modifikation von $PbCl_2$, als Mineral Cotunnit genannt, wurde im Jahre 1932 von Braekken[1]) prinzipiell richtig bestimmt. Da jedoch entsprechend dem damaligen Stand der Strukturforschung in den interatomaren Abständen Fehler bis zu einigen Zehnteln Å zu erwarten waren und zur Diskussion der Bindungsverhältnisse eine beträchtlich größere Genauigkeit wünschenswert ist, schien uns eine Verfeinerung lohnenswert.

Dazu wurden von einer dünnen Nadel (⌀ ~0,1 mm) von künstlichem $PbCl_2$ aus integrierten Mo-Weissenberg-Aufnahmen die Intensitäten jener Zone photometriert, welche alle freien Parameter enthält. Die Parameter wurden durch mehrere Fourier- und $(F_0 - F_c)$-Synthesen sorgfältig verfeinert. Die Ergebnisse sind:

Laue-Symmetrie: $2/m\ 2/m\ 2/m$

Gitterkonstanten: $a = 7{,}62$ Å, $b = 9{,}05$ Å, $c = 4{,}535$ Å[2]),[3])

Raumgruppe: $P\,nam - D_{2h}^{16}$; $Z = 4$

Punktlagen:

4 Pb	auf $4(c)$: $xy\frac{1}{4}$	$x = 0{,}261_7$	$y = 0{,}095_6$	$B = 2{,}0$
4 Cl_I	auf $4(c)$: $xy\frac{1}{4}$	$x = 0{,}361_0$	$y = 0{,}425_8$	$B = 2{,}0$
4 Cl_{II}	auf $4(c)$: $xy\frac{3}{4}$	$x = 0{,}023_2$	$y = 0{,}337_0$	$B = 2{,}0$

Mit diesen Parametern beträgt der *R*-Wert für alle beobachteten $hk0$-Reflexe (bis $\sin\vartheta/\lambda = 0{,}93$ Å^{-1}) unter Vernach-

lässigung der Abweichung des Nadelquerschnittes von einem Kreis bei der Absorptionskorrektur und Vernachlässigung der Extinktion) $R_{hk0} = 0{,}13_6$ — mit den Parametern von BRAEKKEN erhält man hingegen $R_{hk0} = 0{,}36$. Fig. 1 bringt als Beleg die Fourier-Projektion, die Tabelle die Pb—Cl-Abstände.

Tabelle. *Pb—Cl-Abstände* (Å)

	BRAEKKEN	SAHL und ZEMANN
a)	2,81 (2×)	2,90 (2×)
	2,86 (1×)	2,86 (1×)
b)	3,03 (1×)	3,06 (1×)
	3,14 (1×)	3,08 (1×)
	3,31 (2×)	3,08 (2×)
c)	3,45 (2×)	3,64 (2×)

Es ist dazu noch zu bemerken, daß die unter „BRAEKKEN" angegebenen Werte von uns aus seinen Angaben berechnet wurden, da die Originalarbeit nicht darauf eingeht — die Angaben im „Strukturbericht II"[4]) darüber sind fehlerhaft.

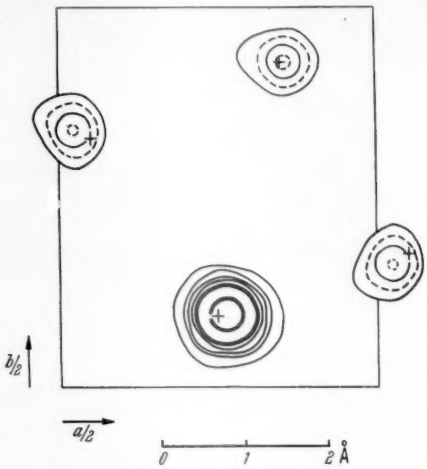


Fig. 1. $PbCl_2$. Fourier-Projektion parallel [001]. Die starken Linien sind Höhenschichtlinien 50 und 100 e · Å⁻¹; die schwachen 10 bis 40 e · Å⁻¹; in den Cl-Maxima sind ferner die Höhenschichtlinien 15 und 25 e · Å⁻¹ gestrichelt gezeichnet. Die Kreuze bedeuten die Positionen, welche BRAEKKEN für die Atomschwerpunkte angegeben hat

Da für unsere Bestimmung der „mittlere Fehler" für die Lokalisation der Pb-Atome 0,006 Å und für die Lokalisation der Cl-Atome 0,040 Å beträgt, so sind die in Gruppe a und Gruppe b zusammengefaßten Abstände nicht mit Sicherheit verschieden; der Unterschied in den Bindungslängen zwischen den Gruppen a, b und c ist jedoch gesichert. Blei ist also zunächst von drei Chlor (pyramidal) umgeben; dann ergänzen vier Chlor mit einem um fast 0,2 Å größerem Abstand zu einer 7-Koordination. Die beiden nächsten Nachbarn sind dann kaum mehr dem Koordinationspolyeder zuzurechnen, da der Sprung vom größten Abstand der Gruppe b zu diesen mehr als 0,5 Å beträgt. — Der kleinste Cl—Cl-Abstand mißt 3,38 Å.

Damit entspricht die Koordination um Pb völlig jener, welche NIEUWENKAMP und BIJVOET[5]) für $PbBr_2$ gefunden haben; den Details dieser Bestimmung kann man nun aus Analogiegründen ebenfalls wesentlich mehr Gewicht beimessen als früher. — Es ist zu erwarten, daß Pb nicht nur gegen Cl, sondern auch gegenüber dem größenähnlichen Schwefel öfter eine asymmetrische Koordination zeigen wird; unter den bisher bestimmten Bleispießglanzen ist ein gut belegtes Beispiel dafür der Jamesonit, $FePb_4Sb_6S_{14}$[6]), aber auch die Atomanordnungen in Bournonit, $PbCuSbS_3$, und Seligmannit, $PbCuAsS_3$[7]), [8]), gehören mit beträchtlicher Wahrscheinlichkeit hierher.

Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität, Göttingen

K. SAHL und J. ZEMANN

Eingegangen am 13. Juli 1961

[1]) BRAEKKEN, H.: Z. Kristallogr. **83**, 222 (1932). — [2]) STRAUMANIS, M., u. J. SAUKA: Z. physik. Chem., Abt. B **51**, 219 (1943). — [3]) SWANSON, H.E., u. R.K. FUYAT: Nat. Bur. Standards Report. NMS project 0907-41-0921, NBS report No. 1300 (1951). — [4]) Strukturbericht, Bd. II (1928—1932), S. 16. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1937. — [5]) NIEUWENKAMP, W., u. J.M. BIJVOET: Z. Kristallogr. **84**, 49 (1933). — [6]) NIIZEKI, N., u. M. J. BUERGER: Z. Kristallogr. **109**, 161 (1957). — [7]) HELLNER, E., u. G. LEINEWEBER: Z. Kristallogr. **107**, 150 (1956). — [8]) LEINEWEBER, G.: Z. Kristallogr. **108**, 161 (1957).

Über eine einfache Beziehung zwischen den Radien bzw. Kernladungen der Ionen und der Wellenlänge der ersten ultravioletten Eigenschwingung der isoelektronischen Alkalihalogenide

Für die Berechnung der Wellenlänge der ersten, d.h. längstwelligen Absorptionsbande im ultravioletten Bereich sind von zahlreichen Forschern für die Alkalihalogenide im kristallisierten Zustand mehr oder weniger komplizierte Gleichungen vorgeschlagen worden. Alle diese Gleichungen gehen von der Gitterenergie aus[1]). Die Untersuchungen des Verfassers haben ergeben, daß bei den Salzen mit einwertigen *isoelektronischen* Ionen: LiH, NaF, KCl, RbBr und CsJ zwischen den Ionenradien $(r^+)_{is}$ und $(r^-)_{is}$ des Kations bzw. Anions und der Wellenlänge λ_{is} der ersten UV-Absorptionsbande des Salzes folgende einfache Beziehung besteht:

$$\lambda_{is} = \lambda_R (\lambda_E/\lambda_R)^{(r^-)_{is}/r_E^1}. \tag{1}$$

Hier bedeuten λ_E und r_E^1 die Wellenlänge der ersten UV-Resonanzlinie und den *univalenten* Radius (nach L. PAULING) des zugehörigen Edelgases; λ_R ist die Wellenlänge der Rydberg-Konstante für Wasserstoff $[1/(109677{,}7\ \mathrm{cm}^{-1}) = 9{,}1176\ \mathrm{m}\mu]$.

Ferner gelten die Beziehungen:

$$r_E^1 = \sqrt{(r^- \cdot r^+)_{is}} \tag{2}$$

und

$$(r^-/r^+)_{is} = 1/k \sqrt{(Z^+/Z^-)_{is}} = (r^-/r^+)_{is\to\infty} \cdot \sqrt{(Z^+/Z^-)_{is}}. \tag{3}$$

Hier bedeuten Z_{is}^+ und Z_{is}^- die Kernladungen der beiden isoelektronischen Ionen. Die Konstante $1/k = (r^-/r^+)_{is\to\infty}$ stellt das Radienverhältnis der Ionen eines hypothetischen Salzes mit einwertigen isoelektronischen Ionen von unendlich hoher Kernladung dar. Die Konstante k hat den empirischen Zahlenwert 0,764; demnach ist $(r^-/r^+)_{is\to\infty} = 1{,}310$[2]).

Man kann also gemäß der Gl. (2) den univalenten Radius eines Edelgases gleich dem mittleren Radius der beiden isoelektronischen einwertigen Ionen setzen. Dies ergibt, eingesetzt in Gl. (1):

$$\lambda_{is} = \lambda_R \left(\frac{\lambda_E}{\lambda_R}\right)^{\sqrt{(r^-/r^+)_{is}}}. \tag{4}$$

Kombiniert man Gl. (3) mit Gl. (1), so erhält man:

$$\lambda_{is} = \lambda_R (\lambda_E/\lambda_R)^{\sqrt{1{,}310 \sqrt{(Z^+/Z^-)_{is}}}}, \tag{5}$$

wobei schon $(r^-/r^+)_{is\to\infty} = 1{,}310$ eingesetzt ist. Die Gl. (4) zeigt den Einfluß des Radienverhältnisses der isoelektronischen einwertigen Ionen auf die Wellenlänge der ersten UV-Absorptionsbande des betreffenden Salzes. Gl. (5) gestattet in entsprechender Weise die Berechnung dieser Wellenlänge vermittels der Kernladung beider isoelektronischen Ionen.

Tabelle

	He	Ne	Ar	Kr	Xe
λ_E (mμ) [3])	58,44	74,38	106,67	123,58	146,96
	LiH	NaF	KCl	RbBr	CsJ
Δ_{is} (Å)	2,042 [4])	2,309 [5])	3,138 [5])	3,427 [5])	3,830*) [5])
Z^+	3	11	19	37	55
Z^-	1	9	17	35	53
λ_{is} (mμ) **) a	150	~117	162	191	223
b	150	114	165	188	227
r (Å) **)	r^+ r^-	r^+ r^-	r^+ r^-	r^+ r^-	r^+ r^-
c	0,62 1,42	0,93 1,38	1,33 1,81	1,45 1,98	1,65 2,18
d	0,78 (1,54) [6])	0,98 1,33	1,33 1,81	1,49 1,96	1,65 2,20
e	0,60 (1,36) [7])	0,95 1,36	1,33 1,81	1,48 1,95	1,69 2,16

*) Ionenabstand um 3% vermindert, da CsJ mit CsCl-Struktur kristallisiert.

**) a gef. [1]). — b ber. nach (5). — c ber. nach (6). — d nach V.M. GOLDSCHMIDT, empirisch. — e nach L. PAULING, theoretisch.

Setzt man $\Delta_{is} = (r^+ + r^-)_{is}$, so erhält man aus der Gl. (4) die Beziehungen:

$$\left.\begin{aligned} (r^+)_{is} &= \frac{\Delta_{is}}{Q^2+1}; \quad (r^-)_{is} = \frac{\Delta_{is}}{(1/Q)^2+1} \\ \text{mit} \quad Q &= \frac{\log \lambda_{is} - \log \lambda_R}{\log \lambda_E - \log \lambda_R} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Die Ionenradien von Salzen mit einwertigen isoelektronischen Ionen können mithin gemäß Gl. (6) aus dem Ionenabstand vermittels der Wellenlänge der ersten UV-Absorptionsbande dieser Salze und der zugehörigen Edelgase berechnet werden. Die gute Gültigkeit der aus der Beziehung (1) sich ergebenden Gln. (5) und (6) zeigt die Tabelle.

Bonn, Chemisches Institut der Universität

ERNST KORDES

Eingegangen am 17. Juli 1961

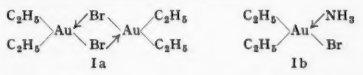
[1]) Vgl. Landolt-Börnstein, 6. Aufl., Bd. I/4, S. 869ff. — [2]) KORDES, E.: Naturwissenschaften **47**, 463 (1960). — Z. Kristallogr. (im Druck). — [3]) Zit. bei STAUDE, H.: Physikalisch-Chemisches Taschenbuch, Bd. I, S. 465 u. 468. 1945. — [4]) Zit. bei D'ANS, J., u. E. LAX: Taschenbuch für Chemiker und Physiker, S. 167. 1949. — [5]) Zit. bei KORDES, E.: Z. physik. Chem. **59**, 927 (1955). — [6]) ZINTL, E., u. A. HARDER: Z. physik. Chem. B **14**, 265 (1931), empirisch. — [7]) ZACHARIASEN, W.H.: Z. Kristallogr. **80**, 137 (1931), empirisch.

Comments on the Colour of Alkyl-Gold(III) Complexes

Very little information is available on the ligand field strengths of alkyl groups. During our studies[1]), [2]) on the spectra of Au(III) complexes some qualitative conclusions have been drawn in this matter.

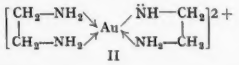
$[AuX_4]^-$ (X = Cl, Br) show two intense bands in the U.V. region. These have been interpreted[1]), [2]) as being due to electron transfer from halogen p to gold $d_{x^2-y^2}$ (anti-bonding) orbital. The band at longer wavelength (henceforth called λ_2) is associated with $p_\pi \rightarrow d_{x^2-y^2}$ transition. The characteristic colours of $[AuX_4]^-$ (X = Cl, yellow; X = Br, reddish purple) are due to the fact that the tail of λ_2 extends well into the visible region. For $[AuCl_4^-]$ λ_2 is at 315 mμ (in aqueous medium) and for $[AuBr_4]^-$ at 380 mμ. This shift in λ_2 (hence change in colour) in going from chloro to bromo complex can be associated with factors such as (1) lower ionization potential of Br^-, so that p_π is less stable, (2) lower crystal field strength of Br^- so that $d_{x^2-y^2}$ is more stable. Both ways the energy gap between p_π and $d_{x^2-y^2}$ decreases.

Dimeric dialkyl-Au(III)-halides (e.g. Ia) and related compounds (e.g. Ib) are however colourless[3]), [4]).



Ia Ib

Since they have Br^- attached to Au(III), λ_2 should be observed. The absence of visible colour indicates that this must be at a relatively short wavelength. Why? The fact that the compounds have only one Br^- per Au(III) cannot be the determining factor. It has been shown[2]) that one lone pair (the p_z pair) of electrons in II

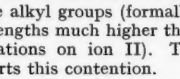


II

is sufficient to bring about λ_2 (300 mμ) with considerable intensity (ε = 2600); its colour is light yellow (compare $[AuCl_4]^-$, λ_2 = 315 mμ, ε = 4600).

Since the lone pair ionization potential of Br^- in $[AuBr_4]^-$, Ia and Ib are not expected to be very different the relatively high energy of the metal $d_{x^2-y^2}$ orbital must be responsible for the absence of visible colour in the latter two compounds. This means that the alkyl groups (formally, alkyl$^-$ ion) have high ligand field strengths much higher than ethylenediamine (considering observations on ion II). The recent work of CHATT *et al.*[5]) supports this contention.

Monoethyl Au(III) dibromide is dimeric with probable structure[6]) III,



III

This is expected to have visible colour due to λ_2 transition on $Au^{(b)}$ although $Au^{(a)}$ can make no contribution to visible colour. In fact the compound is deep red—the colour of $[AuBr_4]^-$.

Unfortunately most of the alkyl compounds of Au(III) are highly photosensitive and accurate spectral measurements will be very difficult.

Department of Physical Chemistry, University College of Science, 92, Acharya Prafulla Chandra Road, Calcutta-9, India

ANIMESH CHAKRAVORTY

Eingegangen am 3. Juli 1961

[1]) CHAKRAVORTY, A.: Naturwissenschaften **48**, 375 (1961). — [2]) GANGOPADHAYAY, A.K., and A. CHAKRAVORTY: J. Chem. Physics (in press). — [3]) GIBSON, C.S., and J.L. SIMONSEN: J. Chem. Soc. [London] **1930**, 2531. — [4]) KHARASCH, M.S., and H.S. ISBELL: J. Amer. Chem. Soc. **53**, 2701 (1931). — [5]) CHATT, J., and R.G. HAYTER: J. Chem. Soc. [London] **1961**, 772. — [6]) BURAWOY, A., and C.S. GIBSON: J. Chem. Soc. [London] **1934**, 860.

Kinetics of Decomposition of Tetramethyl Murexide in Acid Solutions*)

As a part of a general research programme, we have carried out detailed kinetic studies on the decomposition of murexide (ammonium purpurate) in acid solutions[1]). It is now proposed to extend these studies to compounds related to murexide such as those which are either obtained on the structural modification of murexide or those which belong to other series but may be considered as analogues of murexide. The present communication reports a spectro-photometric investigation on the kinetics of decomposition of tetramethyl murexide in acidic medium.

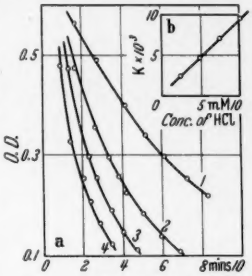


Fig. 1. *a:* Variation of optical density with time. Conc. of tetramethyl murexide 0·05 mM; conc. of HCl: Curve 1: 2·5 mM; 2: 5mM, 3: 7·5 mM, 4: 10 mM. *b:* Variation of k with the concentration of HCl

Following the directions of GYSLING and SWARZENBACH[2]), tetramethyl murexide was prepared from tetramethyl alloxantin; this last was obtained by careful degradation of caffeine by the method outlined by BILTZ[3]). Hydrochloric acid employed was an analar sample; diluted solutions of this acid were standardized against a sodium carbonate solution. All the spectro-photometric measurements were made with a Beckman DU spectrophotometer using 1 cm. corex cells; the cell compartment was fitted with a dual thermospacer set for maintaining the desired temperature. The experiments reported here were carried out at 30° C.

The procedure for following the reaction kinetics was to observe the variation with time in the optical density of tetramethyl murexide solutions at λ = 530 mμ. At this wavelength tetramethyl murexide solutions exhibit an absorption maximum and the optical density, concentration relationship obeys BEER's law. Fig. 1a gives the data on change in OD with time; the curves refer to experiments carried out with different initial concentrations of HCl in the range 2·5 to 10 mM. In all these experiments the initial concentration of tetramethyl murexide used was identical viz. 0·05 mM. Thus the initial concentration of HCl was in much excess over that of tetramethyl murexide. Under these conditions the reaction under investigation obeyed first order law. The variation of the rate constants with initial concentration of HCl is given in the inset of Fig. 1b. It is of interest to note that as in the case of murexide[1]) the dependence of observed rate constant upon the initial $[H^+]$ is linear. From the slope of the linear plot in Fig. 1b, we get a value of $9{\cdot}48 \pm 0{\cdot}2 \times 10^{-1}$ sec^{-1} lit. Mole^{-1} for the rate constant of the decomposition of tetramethyl murexide in acid solutions.

Details will be published elsewhere.

Author's grateful thanks are due to Dr. H. TRIVEDI, Principal for facilities and encouragement and to Mr. D. TEWARI for assistance in the synthetic work.

Department of Physical Chemistry, H. B. Technological Institute, Kanpur, India

R.K. CHATURVEDI

Eingegangen am 21. Juli 1961

*) Part of our Series on Kinetics of decomposition of murexide and related compounds in alkaline media which will appear shortly:

CHATURVEDI, R. K., Thesis Agra University; Z. physik. Chemie (in press). — For physico-chemical studies on murexide see RAMAIAH, N. A., and R. K. CHATURVEDI: a) Z. physik. Chemie **216**, 184 (1961), b) Advances in Polarography, II, 766 (1960), c) Current Science **29**, 305 (1960).

[1]) RAMAIAH, N. A., S. L. GUPTA and J. J. VISHNU: Z. Naturforsch. **12b**, 189 (1957). — CHATURVEDI, R. K.: Z. physik. Chem. (in press). — [2]) GYSLING, H., and G. SWARZENBACH: Helv. chim. Acta **32**, 1484 (1944). — [3]) BILTZ, H.: Chem. Ber. **45**, 3674 (1912).

Isotopenaustausch zwischen Wasserstoff und flüssigem Ammoniak in Gegenwart von Platin-Katalysatoren

Zwischen Wasserstoff und Ammoniak findet ein Isotopenaustausch unterhalb einiger hundert Grad Celsius nur in Gegenwart von Katalysatoren statt. Dabei erweisen sich bekanntlich für die Austauschreaktionen in der Gasphase die Metalle der 8. Gruppe des Periodischen Systems als besonders wirksam[1]). Andererseits fanden CLAEYS, DAYTON und WILMARTH[2]), daß gelöstes Kaliumamid als homogener Katalysator den H/D-Austausch zwischen Wasserstoff und *flüssigem* Ammoniak noch bei Temperaturen unterhalb $-50°$ C überraschend gut beschleunigt.

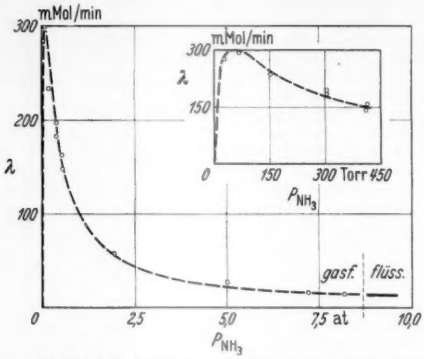


Fig. 1. Abhängigkeit der Austauschkonstanten λ vom Ammoniakdruck beim Deuteriumaustausch NH_3/HD (1 at Wasserstoff, 20° C)

Der heterogen-katalysierte Isotopenaustausch im flüssigen Ammoniak wurde in einem Autoklaven an einer Reihe von Kontakten bei Temperaturen zwischen $-70°$ C und $+25°$ C und Wasserstoffdrucken bis zu 150 at untersucht. Hierbei wurde der Katalysator in feinverteilter Form in dem flüssigen Ammoniak suspendiert, das mit angereichertem Wasserstoff (etwa 0,1% D) mit Hilfe eines Hubrührers durchmischt wurde. Wie die Ergebnisse zeigten, war die Rührung so intensiv, daß keine Transportvorgänge die Reaktionsgeschwindigkeit begrenzten. Um eine Vergiftung der Katalysatoren weitgehend zu vermeiden, wurde große Sorgfalt auf die Reindarstellung der Gase und gute Hochvakuum-Bedingungen auch in der Hochdruckapparatur gelegt. Zur Messung der Austauschgeschwindigkeit wurden aus der Gasphase in zeitlichen Abständen Proben entnommen und durch Ausfrieren mit flüssigem Stickstoff in die beiden Bestandteile Ammoniak und Wasserstoff zerlegt, die dann massenspektrometrisch auf ihren Deuteriumgehalt analysiert wurden.

Als wirksamster Katalysator erwies sich Platin, das auf Aktivkohle oder feinteiligem SiO_2 aufgetragen war. Bis zu der maximal verwendeten Konzentration von 100 g/Liter wurde ein linearer Anstieg der Zahl der in der Zeiteinheit ausgetauschten Atome mit der Katalysatormenge festgestellt. Die Aktivierungsenergie zwischen $-60°$ C und $+25°$ C beträgt 10 kcal/Mol. Es zeigte sich, daß in dem großen untersuchten Druckbereich die Austauschgeschwindigkeit proportional mit der Wurzel des Wasserstoffdruckes zunimmt, ebenso wie auch beim Austausch zwischen gasförmigem Ammoniak und Wasserstoff eine Wurzelabhängigkeit auftritt.

Da sich hier die interessante Möglichkeit bot, eine heterogene Katalyse in flüssiger mit der in gasförmiger Phase unmittelbar zu vergleichen, wurde auch die Geschwindigkeit der Gasphasenreaktion am gleichen Kontakt gemessen. In Fig. 1 wurde die Austauschkonstante bei Ammoniakdrucken von 25 Torr bis zum Sättigungsdampfdruck (8,7 at) und für einen Wasserstoffdruck von 1 at bei einer Temperatur von 20° C dargestellt. Die Kurve durchläuft ein steiles Maximum unterhalb 100 Torr NH_3, während oberhalb etwa $^1/_{10}$ des Sättigungsdampfdruckes, d.h. also im Gebiet der Mehrschichtenadsorption, eine weitere Druckerhöhung die Austauschgeschwindigkeit nicht mehr wesentlich beeinflußt. Besonders interessant ist, daß eine Extrapolation der in der Gasphase gefundenen Werte über den Sättigungsdampfdruck hinaus exakt die Austauschkonstanten ergibt, die unmittelbar beim Isotopenaustausch mit flüssigem Ammoniak und einer entsprechenden Wasserstoffkonzentration gemessen wurden.

Hieraus kann man schließen, daß der Isotopenaustausch in der Flüssigkeit nicht grundsätzlich über einen anderen Mechanismus als in der Gasphase verläuft. So kann man beispielsweise feststellen, daß eine Reaktion über Ionen, deren Bildung in der Flüssigkeit begünstigt wäre, offenbar im neutralen flüssigen Ammoniak keinen meßbaren Anteil am Gesamtaustausch hat. Der Kurvenzug läßt sich mit den temperaturabhängigen Konstanten a und b durch die Gleichung

$$\lambda = \frac{a \cdot p_{NH_3} \cdot p_{HD}^{\frac{1}{2}}}{(b + p_{NH_3})^2}$$

darstellen, wenn λ die Austauschkonstante, p_{HD} den Wasserstoffdruck und p_{NH_3} den Ammoniakdruck bedeuten. Eine entsprechende Gleichung wurde — allerdings für einen wesentlich kleineren Druckbereich — von WEBER und LAIDLER[3]) für den H/D-Austausch an einem Ammoniak-Synthesekatalysator gefunden. Das Wurzelgesetz der Wasserstoffdruckabhängigkeit und das Maximum in der Ammoniakdruckkurve (Fig. 1) lassen sich zwanglos mit der Langmuir-Hinshelwood-Kinetik erklären. In diesem Fall erfolgt eine Reaktion zwischen chemisorbiertem Ammoniak und Wasserstoffatomen, die bei der Chemisorption des Wasserstoffs gebildet werden. Mit steigender Ammoniakkonzentration nimmt zunächst die Reaktionsgeschwindigkeit zu. Da jedoch gleichzeitig mit zunehmender Ammoniakadsorption dem für die Reaktion benötigten Wasserstoff Oberflächenplätze entzogen werden, sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit nach dem Überschreiten eines Maximums wieder ab. Im flüssigen Ammoniak ist die Wasserstoffkonzentration infolge der geringen Löslichkeit so klein und die Belegung der Oberfläche mit Ammoniak so stark, daß dadurch die Austauschgeschwindigkeit wesentlich langsamer als in der Gasphase ist.

Eine ausführliche Veröffentlichung auch unter Berücksichtigung anderer Katalysatoren und der Beziehung zum Wasser/Wasserstoffsystem wird in Kürze an anderer Stelle erfolgen.

Institut für Physikalische Chemie der Universität, Bonn, und Arbeitsgruppe für Physikalische Chemie der Kernforschungsanlage, Jülich

R. HAUL und D. BLENNEMANN

Eingegangen am 17. Juli 1961

[1]) Vgl. KEMBALL, C.: Proc. Roy. Soc. Lond., Ser. A **214**, 413 (1952). — [2]) CLAEYS, Y., J. C. DAYTON u. W. K. WILMARTH: J. Chem. Physics **18**, 759 (1950). — WILMARTH, W. K., u. J. C. DAYTON: J. Amer. Chem. Soc. **75**, 4553 (1953). —) WEBER, J., u. K. J. LAIDLER: J. Chem. Physics **19**, 1089 (1951).

Aluminon as Metal Indicator in Complexometric Titration

Aluminon I (ammonium salt of aurin tricarboxylic acid) is a sensitive colorimetric reagent for aluminium. The colour is probably due to lake formation[2]),[3]) of the reagent with metal hydroxides. Several metal indicators[4]) have been used both in direct and indirect way of complexometric titration of many cations. But no report has yet been made on the use of aluminon as metal indicator in complexometric titration.

The present author has employed aluminon as metal indicator for complexometric titration of Fe^{+++}, Al^{+++}, Ca^{++}, and Mg^{++} with Tritiplex III (disodium salt of ethylene diamine tetra-acetic acid). — Fe^{+++} can be titrated at p_H 1 to 2 in 1:1 acetone-water solvent at room temperature. The colour change is from deep violet to colourless. — Al^{+++} has been titrated in acetate buffer mixture at p_H 4·4 in boiling solution. The indicator is screened with methylene blue and the colour change is found from blood red to blue-violet. — Ca^{++} and Mg^{++} can be titrated in ammoniacal medium, NH_4Cl being necessary in case of Mg^{++} to prevent its hydroxide precipitation. The colour change is found from red-violet to complete colourless or to light yellow colour.

Many other ions can also be titrated; the work is under progress. The details will be published as soon as the work is complete.

Chandernagore College, Chandernagore, West Bengal (India)

PHATIK CHANDRA KUNDU

Eingegangen am 30. Juni 1961

[1]) HAMMETTAND, L.P., and C.T. SOTTERY: J. Amer. Chem. Soc. **47**, 142 (1925); C. A. **19**, 797 (1925). — [2]) MIDDLETON, A.R.: J. Amer. Chem. Soc. **48**, 2125 (1925); C. A. **20**, 2963 (1926). — [3]) YOE, J.H.: J. Amer. Chem. Soc. **54**, 1022 (1932); C. A. **26**, 2672 (1932). — [4]) WELCHER: The Analytic uses of ethylene diamine Tetra-acetic Acids. Princeton/New Jersey; D. Von Nostrand Company In. 1958.

Halogenobenzaldehydes-II-Synthesis of 2-chloro-4-methyl-benzaldehyde

In the course of our work on polycyclic hydrocarbons 2-chloro-4-methyl-benzaldehyde was required for the preparation of the appropriate 4-chloro-6-methyl-hydrindene. FIESER and BOWEN[1]) have earlier attempted the synthesis of this aldehyde starting with 4-amino-3-chloro-toluene[2]), converting it into 4-bromo-3-chloro-toluene[2]) and subjecting the latter to Grignard reaction with ethyl orthoformate. These authors have, however, recorded that the reaction proceeded very poorly. Further, they could characterize the aldehyde only through the preparation of the corresponding cinnamic acid. Recently it has been shown by us[3]) that halogenobenzaldehydes could be conveniently prepared in satisfactory yield starting with the appropriate amines and adopting the method due to BEECH[4]) viz. interaction of the diazonium salts of the aromatic amine with formaldoxime followed by hydrolysis. Employing this method 2-chloro-4-methyl benzaldehyde has been obtained from 4-amino-3-chlorotoluene[2]) in a single step and in a yield of 45%. The aldehyde has been converted into the corresponding cinnamic acid the properties of which are identical with those recorded for 2-chloro-4-methyl-cinnamic acid by FIESER and BOWEN[1]).

Experimental. A solution of 2-chloro-4-methyl benzene diazonium chloride was prepared from 2-chloro-4-methyl aniline[2]) (18 g, 0·125 mole) at 0 to 5° C and employing conc. hydrochloric acid (29 ml), water (25 ml), ice (50 g) and a solution of sodium nitrite (9·0 g in 13 ml water). This was made neutral to congo-red by the addition of hydrated sodium acetate (11 g) in water (18 ml). The neutral diazonium solution was then introduced below the surface of 10% aqueous formaldoxime to which had been added copper sulphate (0·13 g), sodium sulphite (0·5 g), hydrated sodium acetate (80 g), in water (90 ml) at 10 to 15° with vigorous stirring. Stirring was then continued for another hour. The mixture was then rendered acidic to congo-red and after further addition of acid (115 ml) it was boiled under reflux for 2 hrs and subjected to steam distillation. The distillate was neutralized with sodium bicarbonate and extracted with ether.

The crude product obtained by distilling off ether was shaken with aqueous sodium metabisulphite (45 ml, 40%) at 60°. The addition product was filtered and washed twice with ether to remove any non-aldehydic material. After regeneration from aqueous layer by boiling with aqueous sulphuric acid the aldehyde was extracted with ether. The ether extract was dried and after removal of the solvent distilled under reduced pressure. 2-chloro-4-methyl-benzaldehyde was obtained as a colourless oil, b.p. 100 to 103°/4 mm yield, 9 g. (Found: Cl, 22·45; C_8H_7ClO requires Cl, 22·98%.) The 2:4-dinitrophenylhydrazone crystallized from alcohol as bright orange needles, m.p. 192°.

The corresponding cinnamic acid prepared by heating a mixture of the above aldehyde (1 g), pyridine (2 ml) and piperidine (1 drop) crystallized from alcohol, m.p. 223°. (FIESER and BOWEN record an m.p. pf 223·7 to 224°.)

Department of Chemistry, Karnatak University, Dharwar, India

S.D. JOLAD and S. RAJAGOPAL

Eingegangen am 5. Juli 1961

[1]) FIESER, L.F., and D.M. BOWEN: J. Amer. Chem. Soc. **62**, 2103 (1940). — [2]) COHEN and RAPER: J. Chem. Soc. [London] **85**, 1269 (1904). — [3]) JOLAD, S.D., and S. RAJAGOPAL: J. Sci. Ind. Res. [India] B **21**, 359 (1961). — [4]) BEECH, W.F.: J. Chem. Soc. [London] **1954**, 1297.

On the Existence of Bound Ascorbic Acid in Blood

Previous work on the presence or otherwise of bound ascorbic acid (BAA) in blood has given inconclusive results[1]), [2]), [3]). Investigations were, therefore, carried out with goat and chick blood to find if blood contains any ascorbic acid in the bound form using the chromatographic technique to identify ascorbic acid and ROE and KUETHER's method for its evaluation.

Blood was collected in a glass vessel containing a special anticoagulant mixture[4]) by cutting the throat. Blood was deproteinized by adding it dropwise to ten volumes of cold, CO_2-saturated, 95% ethanol and subsequent centrifugation. The residue was reextracted twice with the same solvent and all the extracts were mixed. An aliquot of this mixture (p_H 5·4) was titrated with 2:6-dichlorophenol indophenol and another aliquot was heated on a boiling water bath for 10 min with metaphosphoric acid (5%) in a CO_2-atmosphere, cooled, made to a definite volume and titrated with the indophenol dye. The former would give the quantity of free ascorbic acid and the latter of total ascorbic acid. The difference in the two values would give the quantity of BAA, which releases ascorbic acid on hydrolysis. Total ascorbic acid was also determined for comparison by ROE and KUETHER's[5]) method in whole blood. Results are given in the Table.

Table. *Ascorbic acid content (γ/100 cm³ blood)*

Method	Dye titration		ROE & KUETHER	
	free	total	total	bound[b])
Goat's blood (5)[a])	230·0	448·5	455·8	218·5 = 48·7%
Chick blood (6)[a])	733·0	900·0	167·0	167·0 = 18·6%

a) mean of 5 and 6 samples resp. — b) by dye titration method.

Ascorbic acid was identified as follows. Blood (either from goat or chick) deproteinized with 95% ethanol was dried under vacuum at 30 to 35° C and extracted with 95% ethanol. The extract was filtered and again concentrated under vacuum. No indophenol reducing substance could be detected in this concentrated material unless hydrolysed with metaphosphoric acid, as apparently the free ascorbic acid was oxidized during the process of concentration. By subjecting (a) the non-hydrolysed material, (b) the hydrolyzed material, (c) pure ascorbic acid and (d) hydrolysed material *plus* pure ascorbic acid to ascending chromatography on Whatman paper No. 1 in a solvent mixture of *n*-butanol:acetic acid:water (4:1:5) and spraying with 2:6-dichlorophenol indophenol, decolorized spots with the same R_f value (0·48) were obtained in all the cases except in the case of (a), the non-hydrolyzed material. Similar results were obtained with (a), (b), (c) and (d) using a solvent mixture of methanol:*n*-butanol (4:1), the R_f being 0·75, in the cases of (b), (c) and (d).

Concentrates hydrolyzed with dilute hydrochloric acid also gave chromatographic results similar to those obtained by hydrolysis with metaphosphoric acid.

Further identification of ascorbic acid released from BAA was carried out in the following manner. The hydrolysate of the deproteinized material prepared as described above was cooled and filtered and the ascorbic acid released was oxidized with bromine water to dehydroascorbic acid. Excess bromine was removed by aeration and 2:4-dinitrophenylhydrazine in sulphuric acid containing thiourea was added as in ROE and KUETHER's[5]) method. After incubation for 3 days at 37° C, the hydrazone derivative, which had formed was purified as described by EL HAWARY *et al.*[6]). A similar derivative from pure ascorbic acid was also prepared and purified. By ascending chromatography on Whatman paper No. 1 in a solvent mixture of *n*-butanol:acetic acid:water (4:1:5)[7]), yellow spots with the same R_f value (0·9) were detected in the cases of hydrazones from (i) the hydrolysed material, (ii) pure ascorbic acid and (iii) their mixture. Spots with the same R_f value (0·9) were also detected using a solvent mixture of *n*-butanol:ethanol:ammonia (0·5N) (7:1:2). It is true that the R_f value 0·9 is very near the solvent front, but as distinct spots are obtained without any trailing, we believe it is a good evidence for identity.

Separate paper chromatographic experiments were carried out with goat's and chick's blood in a solvent mixture of dry ethyl acetate:chloroform (4:1). When the paper was sprayed with iodised starch, no decolorized spot appeared. But when another similar sheet of paper was treated with 50% formic

acid as the hydrolyzing agent, heated for 5 min at 90° C and sprayed with iodised starch, a decolorized spot appeared at R_f 0·95, showing this to be the R_f of BAA. Pure ascorbic acid stayed at the origin in the above solvent mixture.

Preliminary experiments indicate that both plasma and corpuscles contain free and bound ascorbic acid, the corpuscles being richer in both. BAA has not been detected in serum.

Our thanks are due to Miss S. Bose for her kind help and to the Indian Council of Medical Research for a research grant.

Department of Applied Chemistry, University Colleges of Science and Technology, Calcutta-9, India

M.C. Malakar and B.C. Guha

Eingegangen am 25. Mai 1961

[1]) Saha, K.C., A.C. Majumdar and B.C. Guha: Ann. Biochem. Exp. Med. **1**, 135 (1941). — [2]) Sargent, F., and R. Golden: J. Biol. Chem. **188**, 773 (1951). — [3]) Lewis, W.R., J.L. Chiang and S. Gross: Arch. Biochem. Biophys. **89**, 21 (1960). — [4]) Seegers, W.H., E.C. Loomis and J.M. Vanderbelt: Arch. Biochem. **6**, 85 (1945). — [5]) Roe, J.H., and C.A. Kuether: J. Biol. Chem. **147**, 399 (1943). — [6]) Elhawary, M.F.S., and R.H.S. Thompson: Biochem. J. **53**, 340 (1953). — [7]) Barreto, R.C.R.: Chem. Abstr. **50**, 1963 (1956).

Erstmaliges Vorkommen von Mono- und Dimethyltaurin in der Tierwelt

Mono- und Dimethyltaurin sind bisher nur bei Rotalgen[1]) gefunden worden. Wir stellen ihr Vorkommen zum ersten Mal bei Tieren und zwar bei dem Schwamm Calyx nereis fest, und zwar bei Monomethyltaurin in so großen Mengen neben Taurin, daß eine C-, H-, N-, $(N)CH_3$- und S-Bestimmung durchgeführt werden konnte. Dimethyltaurin ließ sich nur auf papierchromatographischem Wege nachweisen. Es geschah dies mit Äthylacetat, Essigsäure, Wasser (3:1:1) als Lösungsmittel und Natrium-β-Dinaphthochinon-4-sulfonat (1%) und Na_2CO_3 (5%) zur Anfärbung. Man erhält hiermit bei Taurin einen grünen, bei Methyltaurin einen intensiv roten und bei Dimethyltaurin einen schwach rötlichen Fleck. Die Testsubstanzen verhielten sich bei demselben R_f-Wert genau so.

Physiologisch-Chemisches Institut der Universität, Würzburg

D. Ackermann und R. Pant

Eingegangen am 12. Juli 1961

[1]) Lindberg, B.: Acta chem. scand **9**, 1323 (1955).

Störungen der Reninbildung bei den mit Aminosäuremangeldiät gefütterten Ratten

In früheren Untersuchungen haben wir nachgewiesen, daß experimentelle Hypertonie bei den mit Tryptophan- bzw. Methioninmangeldiät gefütterte Ratten nicht ausgelöst werden kann. Die Entwicklung der Hypertonie ist erst nach Übergang

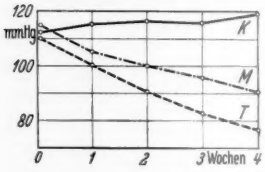


Fig. 1

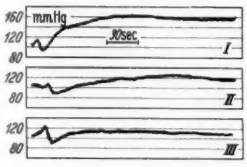


Fig. 2

Fig. 1. Die Blutdruck-Durchschnittskurve der Kontrollen (K) sowie der mit Methionin- (M) und Tryptophanmangeldiät (T) gehaltenen Ratten

Fig. 2. Die Wirkung des Nierenextraktes der Kontrollen (I) sowie der mit Methionin- (II) und an Tryptophanmangeldiät (III) gehaltenen Ratten auf den Blutdruck der nephrektomierten Katze

zur Normalkost zu beobachten, die Blutdruckerhöhung jedoch in diesem Fall intensiver als bei den ständig normal ernährten Kontrolltieren[1]),[2]). Im Rahmen der hier besprochenen Versuche suchten wir eine Antwort auf die Frage, auf welche Weise die Aminosäuremangeldiät die Entwicklung der Hypertonie verhindert. Nach unserer Hypothese erleidet die Reninbildung in der Niere infolge einer Schädigung des Eiweißstoffwechsels eine Störung, weshalb sich renale Hypertonie nicht zu entwickeln vermag.

Zwecks Klarstellung der Frage fütterten wir eine Gruppe von Albinorattenmännchen mit Normalkost, eine mit Tryptophan- und eine mit Methioninmangeldiät. Alle drei Gruppen bestanden gleicherweise aus 15 Ratten. Ihren Blutdruck ermittelten wir wöchentlich indirekt mit dem von uns konstruierten elektronischen Blutdruckmeßgerät[3]). Nach 30tägiger Verabreichung obiger Diät wurden die Tiere getötet, und aus ihrer Niere bereiteten wir nach dem Verfahren von Gross und Sulser mit physiologischer Kochsalzlösung (2 ml/1 g Niere) einen Extrakt[4]). Die Blutdruckwirkung des Nierenextraktes bestimmten wir an einer 24 Std vorher nephrektomierten Katze (0,2 ml/kg).

Fig. 1 zeigt den durchschnittlichen Blutdruck der drei Tiergruppen. Wie ersichtlich, wird der Blutdruck der Tiere sowohl von der Methionin- wie von der Tryptophanmangeldiät herabgesetzt. Die Blutdruckverminderung war bei beiden Fällen statistisch signifikant ($P < 0{,}01$). Fig. 2 demonstriert, daß der Blutdruck der nephrektomierten Katze durch Nierenextrakt der Kontrolltiere bedeutend und anhaltend erhöht wird, während der Nierenextrakt der 30 Tage mit Methionin- bzw. Tryptophanmangeldiät gefütterten Tiere nur über geringen, kurze Zeit währenden blutdruckerhöhenden Effekt verfügt (Tabelle).

Tabelle. *Der blutdruckerhöhende Effekt von Nierenextrakt der mit Methionin- und Tryptophanmangeldiät gefütterten Ratten an nephrektomierten Katzen*

Gruppe	Tierzahl	Blutdruckerhöhung (mm Hg)	P
Kontrolle	7	$47{,}4 \pm 3{,}16$	
Mit Methioninmangeldiät .	6	$21{,}6 \pm 1{,}61$	$< 0{,}01$
Mit Tryptophanmangeldiät .	6	$15{,}0 \pm 1{,}76$	$< 0{,}01$

Nach unseren Ergebnissen läßt sich aus der Niere der mit Aminosäuremangeldiät ernährten Tiere nur sehr wenig Substanz mit Pressorwirkung extrahieren. Es ist möglich, daß diese Tatsache auch bei der Senkung des Blutdrucks dieser Tiere eine Rolle spielt, aber auf jeden Fall kann angenommen werden, daß sich experimentelle renale Hypertonie unter diesen Bedingungen nicht entwickelt.

Pathophysiologisches Institut (Direktor: Prof. Dr. J. Sós) *der Medizinischen Universität, Budapest*

T. Gáti, F. Gelencsér und J. Sós

Eingegangen am 17. Juli 1961

[1]) Gáti, T., J. Sós u. J. Hideg: Acta physiol. Acad. Sci. hung. **13**, 375 (1958). — [2]) Sós, J., u. T. Gáti: Vop. Pitan. **5**, 11 (1958). — [3]) Gáti, T., P. Weisz u. S. Rózsa: Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. **17**, 452 (1959). — [4]) Gross, F., u. F. Sulser: Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Path. Pharmakol. **229**, 338 (1956).

Desaminierung von Aminosäuren als Wirkungsort der Glukosehemmung der endogenen Atmung

In früheren Mitteilungen wurde berichtet, daß das endogene Substrat von Retikulozyten zu einem großen Teil aus Aminosäuren, die Teilnehmer des Zitratzyklus liefern, besteht[1]),[2]),[3]). Eine geringe Hemmung der endogenen Atmung durch zugesetzte Glukose (Crabtree-Effekt) wurde beobachtet und verschiedene Deutungen, sowohl Konkurrenz um ADP bzw. anorg. P als auch auf dem Niveau der Dehydrierungen diskutiert. Neue Experimente erlauben genauere Schlüsse über Ort und Mechanismus der Glukosewirkung.

Es wurde gefunden, daß Glukose die endogene Atmung auch in Gegenwart von 2,4-DNP hemmt[2]),[3]). Unter Einfluß von 2,4-DNP kommt es zu einer Atmungssteigerung und einer Erhöhung der aeroben Glykolyse auf anaerobe Werte sowie zu einem Anstieg von anorg. P und ADP[2]),[5]),[6]). Offensichtlich kann die Atmungshemmung unter diesen Bedingungen nicht durch Konkurrenz um anorg. P oder ADP erklärt werden.

Einen Einblick gewähren Untersuchungen über den Einfluß von Atmungssubstraten in Gegenwart von 2,4-DNP. Man findet Atmungssteigerungen über den endogenen DNP-Wert durch Teilnehmer des Zitratzyklus, Pyruvat, Azetat, Glutamin und in geringerem Ausmaß durch Glutamat. Ein Zusatz von Glukose erhöht bzw. erhält diese Atmungssteigerung mit alleh N-freien Substraten, am stärksten mit Oxalazetat, aber aucn mit α-Ketoglutarat. Diese Effekte beruhen, wie an anderen Stellen ausgeführt wird, auf der Bereitstellung von ATP aus der

Tabelle. *Der Einfluß von Glukose und Atmungssubstraten in Gegenwart von 2,4-DNP auf Atmung und NH_3-Bildung von Retikulozyten*
Die Angaben beziehen sich auf 10^{-3} m/l Zellen/2 Std.

Substrat	*) —	—	—	Glutamin		Glutamat		Ketoglut.	
Glukose	—	—	+	—	+	—	+	—	+
$-O_2$	19,2	32,0	26,3	41,5	29,9	35,2	29,6	37,3	42,4
$+NH_3$	5,4	7,6	4,9	28,6	10,8	9,4	5,9	5,8	4,7

Inkubation 2 Std bei 37°, der Zusatz der Atmungssubstrate erfolgte nach einer Vorinkubation von 30 min, Endkonzentration aller zugesetzten Substrate und der Glukose $1{,}35 \cdot 10^{-2}$ m, 2,4 DNP $1 \cdot 10^{-4}$ m. Retikulozytenzahl 36%. — *) Ansatz ohne 2,4-DNP.

Glykolyse. Dagegen hemmt Glukose sowohl Atmung als auch Ammoniakbildung aus Glutamin in hohem Maße, aber auch am Glutamat in geringem Umfang (Tabelle). Da die Steigerung der Atmung durch α-Ketoglutarat nicht gehemmt wird, wohl aber die durch die Muttersubstanz Glutamin, ist anzunehmen, daß der Einfluß von Glukose bzw. der Zwischensubstrate ihres

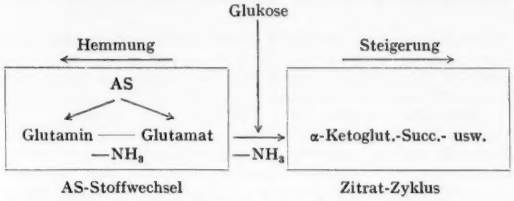


Fig. 1. Schematische Darstellung der Glukosehemmung der Atmung in Retikulozyten. AS Aminosäuren

Stoffwechsels auf Desaminierungsvorgänge, durch die Substrate des Zitratzyklus angeliefert werden, ausgeübt wird (Fig. 1). Ausführliche Mitteilungen über diese Untersuchungen erfolgen in Acta biol. med. germ.

Physiologisch-chemisches Institut der Humboldt-Universität zu Berlin
S. Rapoport und L. Ababei *)

Eingegangen am 27. Juli 1961

*) Gastaspirant aus Bukarest (Rumänien)

[1]) Rapoport, S., H. Schweiger u. H. Brandt: Naturwissenschaften **44**, 636 (1957). — [2]) Ababei, L., u. S. Rapoport: Acta biol. med. germ. **5**, 636 (1960). — [3]) Schweiger, H. G., u. S. Rapoport: Acta biol. med. germ. **1**, 422 (1958). — [4]) Seitz, J. F., u. V. A. Engelhardt: Biochimija **14**, 487 (1949). — [5]) Slater, E. C., u. S. E. Lewis: Biochem. J. **58**, 337 (1954). — [6]) Racker, E., u. R. Wu: Ciba Foundation Symposium on the Regulation of Cell Metabolism, S. 205. London: Churchill Ltd. 1959.

Elektroretinographische Sulfhydryl-Titration an der umströmten Netzhaut

Das Präparat der umströmten Netzhaut[1]) erlaubt ähnlich geläufigen pharmakologischen Testanordnungen bei laufender Funktionskontrolle (z.B. am Elektroretinogramm) durch Veränderung und/oder Analyse des umgebenden Mediums eine Konfrontierung von spezifischer Funktion und Stoffwechsel, wobei das gewählte Objekt — Netzhäute beliebiger Spezies einschließlich der des Menschen[2]) — repräsentativ für zentralnervöses Gewebe ist und die Methodik Prämissen der Schnitt-Technik erfüllt und unter steady state-Bedingungen zu arbeiten gestattet. Bisherige Untersuchungen, die — durch Eingriffe in den Kohlehydratstoffwechsel — der Ermittlung des Informationsgehaltes des ERG gewidmet waren, haben gezeigt, daß derart ein optimales Glukose- und Sauerstoffangebot austitriert werden kann. Die Wirkungen der geprüften Stoffwechselblocker — Fluorid, Jodazetat, Cyanid, Dinitrophenol — erwiesen sich als auswaschbar.

Für eine Vielzahl physiologischer Funktionen kommt sulfhydrylgruppentragenden Fermenten eine besondere Bedeutung zu[3]), im Sehprozeß im speziellen zur Resynthese des Rhodopsins[4]). Diese Sulfhydrylgruppen sind bevorzugt den Wirkungen ionisierender Strahlen zugänglich[5]). Durch Simultanbestimmung konnte gezeigt werden, daß unter Einwirkung von Röntgenstrahlen gleichsinnnige Änderungen der Zahl der SH-Gruppen und der elektrischen Reizantwort am Froschauge auftreten[6]).

Es erschien danach bedeutsam, durch SH-Blockierung Effekte zu erzeugen, die nicht auswaschbar, durch Substitution jedoch umkehrbar sind, wobei als biologisches Kriterium die Größe der elektrisch faßbaren Antwort auf adäquate Reizung dient. Fig. 1 zeigt einen derartigen Versuch an der umströmten Froschnetzhaut.

Eine dem blockierenden Eingriff vorausgehende Applikation von Cystein führt zu keiner Erhöhung der elektrischen Reizantwort, wirkt sich jedoch protektiv gegenüber dem Blockierungseffekt aus. Höhere, bereits toxische Konzentrationen von Cystein (10^{-3} m) erfahren durch nachfolgende SH-Blockierung eine Wirkungsminderung, kenntlich an einer Restitution der Reizantwort. Eine gegen die SH-Blockierung schirmende Wirkung kommt dem für die menschliche Netzhaut angewandten Plasma-Zusatz zu. Noch nicht abgeschlossene Untersuchungen dienen der Ermittlung quantitativer Be-

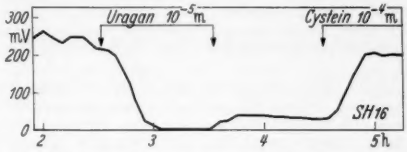


Fig. 1. *b*-Wellenhöhen der mit einer modifizierten Tyrodelösung (p_H 7,8) umströmten dunkeladaptierten Froschnetzhaut unter Einwirkung von salicyl-(3-oxymercuri-2-methoxypropyl)-amido-o-essigsaurem Na (Uragan) und Cystein. Reizlicht 2,5 lx, 1 sec, Reizabstand 3 min

ziehungen unter Einschluß des Einflusses des Adaptationszustandes der Netzhaut. Der unter Helladaptation auftretende off-Effekt unterliegt ebenfalls den für die *b*-Welle beschriebenen Veränderungen.

Physiologisches Institut der Universität, Leipzig
W. Sickel

Physiologisches Institut der Akademie der Wissenschaften der Armenischen SSR, Jerewan
G. G. Demirtschoglian

Eingegangen am 6. Juli 1961

[1]) Sickel, W.: Neurophysiologie und Psychophysik des visuellen Systems, hrsg. v. Jung u. Kornhuber. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961. — [2]) Sickel, W., H.-G. Lippmann, W. Haschke u. Ch. Baumann: Ber. der 63. Tag. der Dtsch. Ophthalmol. Ges., Berlin, 1960. — [3]) Koshtojanz, H. S.: Protein bodies, metabolism and neural regulation. Moscow: Dokl. Akad. Nauk. SSSR 1950. — [4]) Wald, G., u. P. K. Brown: J. Gen. Physiol. **35**, 797 (1952). — [5]) Barron, E. S. B., u. V. Flood: J. Gen. Physiol. **33**, 229 (1950). — [6]) Demirtschoglian, G. G., et al.: a) Comm. IC All-Union-Congr. Physiol. Biochem. and Pharmacol., Minsk 1959; — b) Biofizika 1961 (im Druck).

Histochemische Untersuchungen zur Wirkung von Chlorochindiphosphat

Das ursprünglich zur Behandlung der Malaria entwickelte Chlorochindiphosphat [7-Chloro-4-(4′-diäthylamino-1′-methylbutylamino)-chinolindiphosphat] hat auf Grund seiner antiphlogistischen Eigenschaften auch bei der Therapie von Erkrankungen aus dem Formenkreis der Kollagenkrankheiten Anwendung gefunden; über Remissionen unter dieser Behandlung ist vielfach berichtet worden. Der Wirkungsmechanismus dieser Substanz ist noch unklar. Überwiegend wird der antiphlogistische Effekt auf eine Beeinflussung fermentativer Vorgänge zurückgeführt [Cholinesterase[1]); Glutaminsäuredehydrogenase[2]); Adenosintriphosphatase[3])].

In eigenen Untersuchungen an Lebern von Albinoratten wurde der Einfluß von Chlorochindiphosphat auf Fermente des Zitronensäurezyklus, der biologischen Endoxydation, des Adenylsäure-Systems, des Eiweiß-, Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels sowie auf die Sulfhydrylgruppen untersucht. Wir stellten fest, daß Chlorochindiphosphat eine Reihe von Fermenten innerhalb der einzelnen, eben angeführten Systeme hemmt. Der Mechanismus dieser Hemmwirkung blieb zunächst unklar. Einen Hinweis ergab die Tatsache, daß sich dieser Hemmeffekt nicht nur auf Fermente, sondern auch auf die SH-Gruppen erstreckte. Diese Wirkung auf die SH-Gruppen war auch der entscheidende Faktor für die von uns beobachteten Fermenthemmungen. Es zeigte sich nämlich, daß sämtliche durch Chlorochindiphosphat gehemmten Fermente, mit Ausnahme der 5-Nucleotidase, zu jenen gehören, die SH-Gruppen als Wirkungszentren für ihre volle Funktion benötigen. Der Grad der Hemmung durch Chlorochindiphos-

phat war bei Fermenten mit funktionellen SH-Gruppen unterschiedlich, ebenso wie die zeitliche Wirksamkeit dieses Effektes bei verschiedenen Ratten gleichen Stammes, Alters und Geschlechts in weiten Grenzen schwankte. Eine SH-Gruppen-Abhängigkeit der 5-Nucleotidase ist bisher nicht bekannt geworden. Inwieweit daher diese Hemmung methodisch bedingt ist (ungenügende Spezifität des Nachweisverfahrens) oder, was weniger wahrscheinlich sein dürfte, korrelativ im Rahmen eines gestörten Adenylsäuresystems zu deuten ist, konnte mit histochemischen Methoden zunächst nicht entschieden werden.

Die durch Chlorochindiphosphat bedingte Fermenthemmung war vorwiegend im Zentrum des Leberläppchens lokalisiert, und zwar in Form gewisser „dynamischer Linien", die mit der Zone III, wie sie von RAPPAPORT[4]) beschrieben worden ist, übereinstimmen. Diese fermentative Dyskinese der Zelle führt zu histomorphologischen Veränderungen am Kern und Plasma, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Bei Applikation von wöchentlich zweimal 0,063 g Chlorochindiphosphat mittels Magensonde (das entspricht einer Tagesdosis von 0,018 g) ließ sich bei einer größeren Zahl von Tieren nach Ablauf von 24 Wochen bereits eine Lebercirrhose feststellen. Die Kollagenfaserbildung setzt innerhalb der fermentgeschädigten Zone ein (nach RAPPAPORT Zone III). Auch in vitro ließ sich ein Hemmeffekt von Chlorochindiphosphat auf SH-Gruppen nachweisen.

Aus den mitgeteilten Befunden geht hervor, daß Chlorochindiphosphat durch Blockierung der SH-Gruppen eine Hemmung jener Enzyme bewirkt, die SH-Gruppen in freier, nicht veränderter Form für ihre Aktivität benötigen. Dabei kommt es zu Störungen der fermentativen Zelleistungen, die eine Reihe von Veränderungen an Plasma und Kern der Zelle zur Folge haben. Eine Dosierung von wöchentlich zweimal 0,063 g kann bei Albinoratten im Laufe von 24 Wochen zur Lebercirrhose führen. Bei niedrigerer Dosierung, die ebenfalls zu einem, wenn auch nicht so ausgeprägten Hemmeffekt führt, haben wir in dem untersuchten Zeitraum Leberumbauvorgänge nicht beobachten können. Durch diese medikamentös induzierte Depression fermentativer Zelleistungen lassen sich proliferative Gewebsreaktionen hemmen. So gelang es uns beispielsweise, durch Chlorochindiphosphat die proliferative Phase bei experimenteller Rattensilikose bisher über Zeiträume von 12 Wochen fast vollständig zu unterdrücken.

Pathologisches Institut der Humboldt-Universität und Rudolf-Virchow-Haus der Charité, Berlin (Direktor: Prof. Dr. L.-H. KETTLER*)*

H. SIMON

Eingegangen am 21. Juli 1961

[1]) BRAUNSTEINER, H., F. EGGHART, J. PÄRTAN u. G. WIEDERMANN: Wien. Z. inn. Med. 39, 248 (1958). — [2]) GERLACH, U.: Klin. Wschr. 8, 376 (1958). — [3]) HAYDU, G. G.: Amer. J. Med. Sci. 225, 71 (1953). — [4]) RAPPAPORT, A. M.: Klin. Wschr. 38, 561 (1960).

Das Fortbestehen in vivo ausgelöster Wachstumsvorgänge an explantierten Organen

Es war uns schon früher gelungen, die unterschiedliche Wachstumsneigung embryonaler und erwachsener Organe in der Kultur durch Bestimmung des Umsatzes radioaktiv markierter Verbindungen zu objektivieren[1]). Wachstum im echten Sinne stofflicher Vermehrung ist an Organkulturen nur unter Verwendung embryonaler Organe zu erzielen. Eine Ausnahme der Regel, daß der Stoffumsatz an embryonalen Organen stärker ist als an erwachsenen, hatte sich nur im Falle des explantierten Herzmuskels ergeben. Dabei zeigte sich, daß die Intensität der Phosphorylierung und damit die Größe der Aufnahme an radioaktivem Phosphat im funktionierenden ausdifferenzierten Herzmuskel erwachsener Tiere größer ist als bei dem der embryonalen Ratte. Ein Hinweis für die Spezifität der Inkorporierung von radioaktivem Phosphat als Ausdruck der Stoffwechselaktivität hat sich inzwischen bei einer Reihe von anderen Versuchsanordnungen ergeben. So zeigte sich, daß Serum hepatektomierter Tiere die Phosphorylierung im explantierten Lebergewebe steigert[2]). Das gleiche Serum hemmt die Phosphorylierung im Tumor[3]). Serum tumortragender Tiere hemmt bei der gleichen Versuchsanordnung den Energiestoffwechsel explantierter Organe[4]).

Es ergab sich die Frage, ob beim lebenden Tier eingeleitete Regenerationsvorgänge sich mit Hilfe unserer Methode an der Organkultur nachweisen lassen.

Es wurden unter gleichen Bedingungen Organkulturen embryonaler Leber der Ratte mit entsprechenden Kulturen aus gesunder und aus regenerierender Leber der Ratte verglichen. Im Laufe unserer Untersuchungen wurden verschiedene Kulturmethoden erprobt[5]). Die vorliegenden Ergebnisse wurden im wesentlichen durch Explantation im flüssigen Medium in einem mit 70 U/min rotierenden Rollerröhrchen gewonnen. Gleichgroße Organstücke von etwa 1,0 mg Gewicht wurden dabei in einer Flüssigkeit suspendiert, die 20% Rattenserum, 20% Hühnchenembryonalextrakt, 60% Hanks-Lösung und 0,3 μC $P^{32}O_4$ pro ml Medium enthielt. Die regenerierende Leber wurde 48 Std nach Teilhepatektomie, bei der zwei Drittel der Leber entfernt wurde, gewonnen. Nach einem

Tabelle 1. *Durchschnittliche Aktivität (Imp/min) von Explantaten in 8 Versuchen*

Rattenleber	Versuch							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erwachsen . . .	295	280	172	270	368	328	283	264
Embryonal. . .	855	692	554	458	811	634	575	680
Regenerierend .	762	592	639	620	682	710	585	584

Kulturzeitraum von 24 bis 48 Std wurden die Explantate aus dem Medium entnommen, in der angegebenen Weise gewaschen, und danach wurde die aufgenommene Aktivität jeweils für eine Explantatserie von 18 Explantaten bestimmt.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über acht derartige Versuche. Jeder angegebene Wert gibt die durchschnittliche Aktivität von 18 Explantaten wieder. Es zeigt sich in Übereinstimmung mit unseren früheren Befunden, daß das embryonale Organ unter gleichen Bedingungen eine Aufnahme an aktivem Phosphat aufweist, die gegenüber den erwachsenen Organexplantaten durchschnittlich um über 100% gesteigert ist. Bei regenerierender Leber findet sich eine Phosphatinkorporierung, die in ihrer Größenordnung mit der embryonaler Leber vergleichbar ist. Die erwachsene Leber der Ratte

Tabelle 2. *Aktivität der regenerierenden Leber (Imp/min) nach Hepatektomie*

	Stunden seit Hepatektomie					
	6	24	48	72	96	192
I Kontrolle*) .	521	503	530	535	533	534
II Regenerierende Leber	356	678	970	878	589	644
Abweichung II gegen I . . .	−32%	+35%	+83%	+64%	+10%	+20%

*) Normale erwachsene Rattenleber.

zeigt, 48 Std nach einer Teilhepatektomie dem Tier entnommen, in der Kultur eine Intensität der Phosphorylierungsprozesse, die dem embryonalen Organ entspricht.

Ähnliche Ergebnisse für das Fortbestehen in vivo ausgelöster Wachstumsvorgänge finden sich bei Nierengewebe nach einseitiger Nephrektomie[6]). Die später explantierte zweite Niere zeigt in vitro morphologisch nachweisbar besseres Wachstum als normale gesunde Niere.

Die explantierte regenerierende Leber zeigt eine deutliche Abhängigkeit der geschilderten Wirkung von dem Zeitraum zwischen der partiellen Hepatektomie und der Entnahme aus dem Tier, d.h. der Explantation. 6 Std nach Hepatektomie findet sich zunächst eine vielleicht als Operationsschock erklärbare Depression der Phosphorylierung. Nach 24 Std schon nimmt die explantierte Leber deutlich mehr Phosphat auf als die normale gesunde Kontroll-Leber. Die Stimulierung der Phosphataufnahme erreicht ein Maximum nach 48 Std und bleibt dann noch längere Zeit nachweisbar (Tabelle 2).

Untersuchungen über die stoffliche Grundlage dieser Wachstumsauslösung sind im Gange.

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Pathologisches Institut der Universität, München

H. WRBA und H. RABES

Eingegangen am 22. Juli 1961

[1]) WRBA, H., u. H. W. KALB: Naturwissenschaften 46, 405 (1959). — [2]) WRBA, H., H. RABES, M. RIPOLL-GÓMEZ u. H. RANZ: Exp. Cell Res. (im Druck). — [3]) WRBA, H., H. RABES, L. V. SCHNEIDER u. R. KAGEYAMA: Z. Krebsforsch. 64, 278 (1961). — [4]) RABES, H., u. H. WRBA: Z. Krebsforsch. (im Druck). — [5]) WRBA, H., u. H. RABES: Exp. Cell Res. (im Druck). — [6]) HOLEČKOVÁ, E., u. O. POUPA: Physiol. Bohem. 5, 17 (1956).

Plaquebildung auf Strumagewebe nach Infektion mit Poliomyelitisvirus

Nachdem in früheren Arbeiten[1],[2],[3]) festgestellt worden war, daß die Empfindlichkeit der Strumagewebekultur gegenüber Poliomyelitisviren (besonders gegen Typ III) etwas geringer als diejenige des Affennierengewebes ist, soll in dieser Mitteilung über die Eignung der Strumagewebekultur für Plaquetitrationen nach der von DULBECCO und VOGT[4]) angegebenen Methode berichtet werden.

Als Poliovirus wurden die Virusstämme Mahoney, MEF 1 und Saukett verwandt. Die Infektion der Strumakulturen erfolgte mit je 0,5 cm³ einer Virusverdünnung, die rechnerisch pro 0,5 cm³ Mahoneysuspension im Mittel 39,6 dim (= dosis infectiosa media, berechnet nach der Flächenmethode von VAN DER WAERDEN[5]) nach Virustitration auf Affennierenzellgewebe), pro 0,5 cm³ MEF 1-Suspension 35,7 dim und pro 0,5 cm³ Saukettsuspension 50 dim enthielt. Zudem wurde jede Strumagewebecharge auf ihre Leistungsfähigkeit durch Virustitration auf dem gleichen Gewebeansatz in Röhrenkulturen geprüft. Die Virusadsorptionszeit an die Plaquekulturen

Tabelle. *Earles-Plaque-Medium mit unterschiedlichem Gehalt an $NaHCO_3$*

Mediumbezeichnung	$NaHCO_3$-Gehalt (g-%) im Gemisch*)	p_H**) im	
		Medium	Gemisch*)
A	0,015	7,6	7,7
A_1	0,03	7,72	7,78
A_2	0,06	7,85	7,95
A_3	0,12	8,05	8,10
A_4	0,24	8,12	8,18
A_5	0,48	8,18	8,4
A_6	0,96	8,22	8,4
A_7	0,36	8,18	8,36
A_8	0,42	8,18	8,4
A_9	0,72	8,22	8,4
A_{10}	1,2	8,25	8,4

*) Agar-Nährmedium-Gemisch. — **) Mittelwert nach mehrfacher Messung verschiedener Herstellungschargen.

betrug konstant 60 min bei 37° C. Die Überschichtung der Kulturen erfolgte mit einem Agar-Nährmediumgemisch, das sich aus gleichen Teilen 3%igem Noble-Agar (Difco) und Earles-Plaque-Medium mit unterschiedlicher Bicarbonatkonzentration zusammensetzte (s. Tabelle). Die Ablesung der Plaquekulturen erfolgte in der Regel erstmalig nach 36 bzw. 48 Std und danach in regelmäßigem Abstand von 24 Std über einen Zeitraum von 216 Std.

Wir haben insgesamt 27 verschiedene Strumagewebechargen untersucht, von denen sieben überhaupt keine Plaquebildung erkennen ließen, obwohl sich diese Kulturen bei der Virustitration auf Rollrandröhrchen als für Poliovirus empfindlich erwiesen hatten. Bei den verbleibenden 20 Strumagewebekulturen konnte eine Plaquebildung nachgewiesen werden, die jedoch hinsichtlich ihrer Häufigkeit und bezüglich ihres Auftretens bei bestimmten Bicarbonatkonzentrationen von Gewebe zu Gewebe wechselte. Bei 15 Gewebechargen traten bei Verwendung unterschiedlicher Bicarbonatkonzentrationen im Agar-Nährmediumgemisch Plaques auf, die etwa der Zahl entsprachen, die rechnerisch nach der Beziehung 1 dim = 0,56 plaquebildende Einheiten (PBE) zu erwarten waren. Die restlichen 5 mit Agar überschichteten Strumagewebe zeigten im Verhältnis zur Empfindlichkeit der einzelnen Gewebe zu wenig Plaques. Insgesamt hatte sich also ergeben, daß bei nur 55,6% der von uns untersuchten Strumagewebe Plaques erzeugt werden konnten, deren Zahl mit der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Strumagewebe in der Röhrchenkultur annähernd übereinstimmte. Auffällig war der Befund, daß die Plaques auf den einzelnen Strumageweben unter ganz unterschiedlichen Bicarbonatkonzentrationen im Agar-Nährmediumgemisch aufgetreten waren. Daraus ergibt sich, daß sich nach der von uns angewandten Technik nicht im voraus bestimmen läßt, welche Mediumzusammensetzung für ein bestimmtes Strumagewebe erforderlich ist, um eine befriedigende Plaquebildung zu erhalten. Nachteilig wirkt sich nach unseren Erfahrungen die Tatsache aus, daß die Strumagewebezellen in der Regel in viel geringerem Maße Neutralrot zu speichern in der Lage sind als beispielsweise Affennierenzellkulturen. Durch Erhöhung der Neutralrotkonzentration wurde kein Effekt erzielt. Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, daß sich Strumagewebekulturen für die Plaquetechnik nur bedingt eignen.

Ferdinand-Blum-Institut für experimentelle Biologie und Staatliche Anstalt für experimentelle Therapie „Paul-Ehrlich-Institut" zu Frankfurt a. M. (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. PRIGGE)

H. FINGER und H. HÖVEL

Eingegangen am 24. Juli 1961

[1]) PULVERTAFT, R. J. V., J. R. DAVIES, L. WEISS u. J. H. WILKINSON: J. Path. Bact. 77, 19 (1959). — [2]) HÖVEL, H., u. W. SCHNEIDER: Zbl. Bakt. 177, 285 (1960). — [3]) SCHNEIDER, W., H. HÖVEL u. J. KRÜGER: Arb. Paul-Ehrlich-Institut 1961, 56. — [4]) DULBECCO, R., u. M. VOGT: J. Exp. Med. 99, 167 (1954). — [5]) WAERDEN, B. L. v. D.: Naunyn-Schmiedebergs Arch. Exp. Path. Pharmak. 195, 389 (1940).

The Effect of Gibberellins on the Assay of Auxins

As part of an investigation into the hormonal control of fruit development in ROSA[1],[2]), the developing achenes of different species have been assayed for auxin activity by the

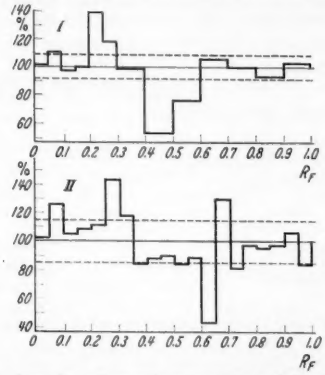


Fig. 1. The detection of growth-promoting activity in chromatograms of the acidic fraction of an extract of the achenes from five-week old hips of *R. dumalis*. Ordinates: Elongation (%); controls = 100. — I: Activity in the wheat coleoptile straight-growth assay, using coleoptiles grown in darkness for 70 hours. — II: Activity in the wheat first-leaf test. — Chromatograms (descending) run in n-butanol/ammonia/water: 10/1/1. Dotted lines represent 5% confidence limits for bioassays

wheat coleoptile straight-growth assay[3]), and for gibberellin activity by the wheat first-leaf test confirmed by the Meteor pea assay[4]).

As an example, Fig. 1 shows the results of a coleoptile assay and a wheat leaf test on chromatograms of the acidic fraction (separated on an activated alumina column) from an extract of the achenes from five-week old, green hips of *R. dumalis* Bechstein. Partial or complete overlap in the zones of auxin and gibberellin activity occurs in two regions: (a) between R_F 0·2 and R_F 0·35 (within which indolylacetic acid (IAA) and gibberellin A_3 (GA_3) run under our conditions), and (b) between R_F 0·05 and R_F 0·1 (where gibberellin A_8 ($R_F = 0·15$) may be responsible for the gibberellin activity in the extract, since the activity occurs at a slightly higher R_F in other species of ROSA, and RADLEY[4]) has shown that impurities in plant extracts affect the R_F). — Overlap also occurred at R_F 0·05 to 0·1 with the neutral fraction of the extract. It follows that eluates from these regions of the chromatograms may contain both auxin and gibberellin, and it is imperative to know whether the presence of auxin will affect the assay of gibberellin and *vice versa*.

RADLEY[4]) has shown that, providing sections near the meristem are used, the wheat first-leaf test is relatively insensitive to low concentrations of IAA; BRIAN and HEMMING[5]) have shown that IAA has little effect on the extension of the internodes in the Meteor pea assay. Conversely, different reports disagree as to the effect of GA_3 on the assay of IAA by the wheat coleoptile straight-growth test [see BRIAN[6])]. The extensive data of WRIGHT[7]) indicate that an explanation may lie in variations in the physiological age of the coleoptile sections used by the different workers. In this assay we found that GA_3 alone gave a small but regular, positive response which did not, however, exceed the 5% confidence limit; these results

appear to be in accord with those of Wright, although his tests were carried out in red light. GA_8 gave a flat-topped, log.-dosage response curve which was significant at the 1% level, and in a preliminary experiment interaction between IAA and GA_8 was observed; this was generally positive and became almost additive with 0·1 µg.IAA/ml. and concentrations of GA_8 ranging from 0·01 to 10·0 µg./ml. A detailed examination of the effect of the gibberellins in this test has now been started.

The superimposition of chromatograms of auxin and gibberellin activity has thus shown it to be essential that an attempt be made to disentangle the effects of gibberellins in the assay of auxins; interaction has already been reported in the straight-growth[8]) and curvature[9]) tests with the oat coleoptile. It will also be necessary to re-appraise the results of certain of the previous assays by these methods, since the observed stimulations might be due either to auxin, or to gibberellin or to an interaction in a mixture of the two. Careful assessment of the interactions between natural auxins, gibberellins and kinins in tests for any of these growth substances must be a pre-requisite for future assays.

The authors are most grateful to Dr. P. W. Brian for a gift of GA_8, and to Imperial Chemical Industries for the research grant which made this work possible.

Department of Botany, University College of North Wales, Bangor, Gt. Britain

G. A. D. Jackson and M. V. Prosser

Eingegangen am 8. Juli 1961

[1]) Jackson, G. A. D., and M. V. Prosser: Naturwissenschaften **46**, 407 (1959). — [2]) Prosser, M. V., and G. A. D. Jackson: Nature [London] **184**, 108 (1959). — [3]) Wright, S. T. C.: J. Horticult. Sci. **31**, 196 (1956). — [4]) Radley, M.: Ann. Bot. [London] **22**, 297 (1958). — [5]) Brian, P. W., and H. G. Hemming: Physiol. Plant. **8**, 669 (1955). — [6]) Brian, P. W.: Biol. Rev. **34**, 37 (1959). — [7]) Wright, S. T. C.: Nature [London] **190**, 699 (1961). — [8]) Nitsch, J. P., and C. Nitsch: Plant Physiol. **31**, 94 (1956). — [9]) Sæbø, S.: Physiol. Plant. **13**, 839 (1960).

Über die Wirkung kleiner Strahlendosen auf das Pflanzenwachstum

Das Problem, das Pflanzenwachstum durch ionisierende Strahlen zu beschleunigen, kennt man schon fast 60 Jahre. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten aber häufig große Schwankungen[1]). In einer Reihe neuer Arbeiten[2–5]) wurde schon verschiedentlich auf die wachstumsfördernde Wirkung kleiner Strahlendosen bei verschiedenen Kulturpflanzen hingewiesen.

In unseren bisherigen Arbeiten untersuchten wir den Einfluß von Strahlendosen im Bereich von 0—800 rad bei Sommergerste (Sorte Donaria) und Sommerweizen (Sorte Lichti II) in Klimakammer-, Gewächshaus- und Gefäßversuchen. Als Maßstab der Jugendentwicklung benutzten wir die Trieblänge nach 7 bzw. nach 14 Tagen und stellten Triebfrisch- und Trockengewicht ebenfalls nach 14 Tagen fest. Die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte von 4 × 100 Pflanzen.

Die γ-Bestrahlung des Saatgutes wurde an einem abgebrannten Brennstoffelement des Forschungsreaktors München-Garching bei einer Dosisleistung von 20 rad/min durchgeführt und mit Victoreen-Dosimetern kontrolliert. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit wurde das Saatgut für die Dauer der Bestrahlung in Polyäthylenbeutel eingeschweißt.

Jeweils 14 Tage nach der Bestrahlung kam das Saatgut zur Aussaat. Die gewonnenen Ergebnisse zeigten, daß bei Sommergerste im Dosisbereich von 2—40 rad eine deutliche Förderung der Jugendentwicklung auftrat, die sich besonders in der Trieblänge nach 7 Tagen bemerkbar machte. Bei Sommerweizen war eine Wirkung in der Trieblänge weniger ausgeprägt. Bei beiden Getreidepflanzen war durch die Bestrahlung eine deutliche Erhöhung des Triebfrisch- und Trockengewichtes nach 14 Tagen zu beobachten. (Wassergehalt bei der Bestrahlung 13,2%, Anzuchttemperatur 22,1° C.) Der Wassergehalt der Versuchspflanzen nahm dabei mit zunehmender Dosis ab.

Die bisher durchgeführten Versuche ließen auch erkennen, daß bei Temperaturen von 10 bis 15° C und konstanten Wachstumsbedingungen im Vergleich zu einer Temperatur von 20° C die Entwicklungsförderung verstärkt auftrat.

Bei Ermittlung der Korn- und Stroherträge in Gefäßversuchen konnte der Kornertrag durch eine Bestrahlung in den angegebenen Dosisbereichen bei Sommergerste um 3 bis 6%, bei Sommerweizen um 3 bis 5% erhöht werden. Weiterhin zeigte sich eine Abhängigkeit der Dosiswirkung von Sorte, Lagerung und Düngung. Bei den bisher durchgeführten

Tabelle. *Vergleich der Strahlenwirkung bei Sommergerste aus der Ernte 1959 und 1960*
Klimaversuch bei 15 + 2° C

	K*)	2	4	40	400	800 rad
Saatgutmaterial der Ernte 1959						
Trieblänge nach						
7 Tagen	100	108,2	159,6	154,7	123,8	126,3
14 Tagen	100	110,8	158,5	154,6	130,8	138,7
Triebfrischgew.	100	109,7	159,6	137,0	129,3	136,8
Triebtrockengew.	100	107,0	143,0	128,0	128,0	128,0
Saatgutmaterial der Ernte 1960						
Trieblänge nach						
7 Tagen	100	105,8	116,9	105,8	106,1	107,0
14 Tagen	100	106,2	118,3	117,3	112,4	109,3
Triebfrischgew.	100	102,6	110,7	110,0	109,5	107,1
Triebtrockengew.	100	104,2	118,7	117,8	108,3	113,0

K = Kontrolle (unbestrahlt).

Bestrahlungsversuchen konnte auch stets eine erhöhte Bestockungsneigung beobachtet werden.

In weiteren Versuchen soll die Wirkung kleiner Strahlendosen im Feldbestand auch noch bei anderen Kulturpflanzen untersucht werden.

Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

Adalbert Süss

Eingegangen am 26. Juli 1961

[1]) Schwarz, G., A. Czepa u. H. Schindler: Fortschr. Röntgenstr. **29**, 687 (1922). — [2]) Süss, Adalbert: Atompraxis **5**, 219 (1959). — [3]) Fischnich, O., Chr. Pätzold u. F. Heilinger: Symp. on the effect of ionizing radiation on seeds and their significance for crop improvement, Karlsruhe, 1960. — [4]) Saric, M., R. Curie, J. Ceric u. D. Hadzijev: Symp. on the effect of ionizing radiation on seeds and their significance for crop imprevement, Karlsruhe, 1960. — [5]) Kuzin, M.: Internat. Conference on the paeceful uses of atomic energy, Genève, 1955.

Beeinflussung der strahleninduzierten Mutabilität durch 2,4-Dinitrophenol bei Drosophila

Die Variabilität der strahleninduzierten Mutationsrate mit dem Alter bzw. dem Entwicklungszustand der Keimzellen läßt sich als Ausdruck einer Abhängigkeit der Mutationsentstehung vom intrazellulären Stoffwechsel der Zelle deuten. Dabei könnten eine Rolle spielen: 1. die Synthese der Nukleoproteide, 2. Sauerstoff- und Wassergehalt des Kerns, 3. Heilungsprozesse. Zur Abklärung dieser Fragen analysierten wir den Einfluß von 2,4-Dinitrophenol auf die Mutabilität von Drosophila melanogaster. 2,4-Dinitrophenol hemmt als entkoppelnde Substanz die oxydative Phosphorylierung, ohne daß der Elektronentransport der Atmungskette unterbrochen wird. Die Bildung von energiereichem Adenosintriphosphat (ATP) wird herabgesetzt und damit energieverzehrende Reaktionen wie Eiweiß-Synthesen verhindert. Gleichzeitig wird die Atmung gesteigert und der intrazelluläre Sauerstoffgehalt gesenkt.

Methode: Untersucht wurde die Mutabilität in Spermatozyten der verpuppungsreifen Larve, da sich diese Entwicklungsphasen in bezug auf Mutationsentstehung im Gegensatz zu den reifen Spermien als ausgesprochen milieuabhängig erwiesen[1]). Verpuppungsreifen männlichen $sc^8Y(y^+)/yv$-Larven wurden etwa 10 min vor Bestrahlung 0,05% 2,4-Dinitrophenol (DNP) mit einer feinen Glaskapillare injiziert. Bestrahlung mit 180 keV-Photonen im Plexiglasphantom (1 mm Cu, 25, 25 cm Fokus-Objekt, 85 r/min). Die behandelten Männchen wurden sofort nach dem Ausschlüpfen aus der Puppenhülle mit je drei unbefruchteten $y^{Si}sc^8$ Bf In 49v; bw; e-Weibchen für 24 Std gepaart. Die Nachkommen dieser Kreuzung wurden auf Chromosomenbrüche und Chromosomenverlust untersucht und die Töchter einzeln zur Bestimmung der rezessiven Letalfaktoren mit $sc^8Y(y^+)/y^{Si}sc^8$ Bf In 49v; bw; e-Männchen angesetzt. Im Verfütterungsexperiment wurden 72 Std und 96 Std alte Larven eines normalen Wildstammes (Sevelen) während 4 Std vor Bestrahlung oder während ihres ganzen Larvenlebens auf 0,003% Dinitrophenol-Futter gehalten.

Schutzwirkung von 2,4-Dinitrophenol: Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, konnte mit einer Vorbehandlung mit 2,4-Dinitrophenol die Zahl der Chromosomenbrüche und der rezessiven

geschlechtsgebundenen Letalfaktoren erheblich gesenkt werden. Ebenso wurde die Rate der dominanten Letalfaktoren durch Verfütterung und Injektion des entkoppelnden Agens herabgesetzt, wenn auch etwas weniger drastisch, nämlich von 60 bis 63% auf 51 bis 57% (STEGER, in Publ.). Sämtliche Differenzen sind sowohl nach der χ^2- als auch nach der t-Methode hoch gesichert.

Zur Deutung des schützenden Effektes von Dinitrophenol müssen seine verschiedenen Wirkungen auf den Stoffwechsel

Tabelle 1. *Mutationsraten nach Bestrahlung von Spermatozyten (Drosophila melanogaster) mit 1000 r und einer Injektion von 0,05% 2,4-Dinitrophenol vor Bestrahlung. Angegeben sind die Zahlen der getesteten, in Klammern die der mutierten Chromosomen*

Mutationstyp	1000 r allein	Dinitrophenol + 1000 r
Rezessive geschlechtsgebundene Letalfaktoren . . .	1536 (76 = 4,95%)	796 (9 = 1,13%)
Translokationen	1062 (4 = 0,38%)	450 (0 = 0%)
Chromosomen-(Stück)-Verlust	8250 (144 = 1,75%)	1701 (8 = 0,47%)

berücksichtigt werden, die alle je nach der zeitlichen Beziehung zur Bestrahlung verschiedene Folgen haben können (Tabelle 2). So kann durch die Förderung der Atmung die Zelle an molekularem O_2 verarmen, ein Faktor, der während der Bestrahlung schützend, nach Bestrahlung für Chromosomenaberrationen sensibilisierend wirkt. Andererseits wird durch die Hemmung der oxydativen Phosphorylierung der ATP-Spiegel gesenkt, die Nukleinsäuresynthese unterdrückt, zwei Umstände, die vor, während und nach Bestrahlung die Fixierung einer Mutation verunmöglichen, also schützen, wie es Experimente von WITKIN[3]), HAAS und DOUDNEY[2]) an UV- und röntgenbestrahlten Bakterien vermuten lassen. ATP-Verarmung sensibilisiert hingegen nach Bestrahlung die Entstehung von zweiphasigen Chromosomenaberrationen[4]), die auf Bruch und Vereinigung beruhen. Da das DNP in den behandelten Larven auch nach Bestrahlung wirken mag, werden schützende und sensibilisierende Momente konkurrieren. Die Zahl strahleninduzierter rezessiver Letalfaktoren, die ein Gemisch von Punktmutationen und kleineren Chromosomenmutationen darstellen, wird durch Dinitrophenol um mehr als das Vierfache gesenkt, wobei wir vorläufig noch nicht entscheiden können, ob der Schutz auf Verarmung der Zelle an O_2 oder auf einer Störung der Nukleinsäurensynthese oder auf beidem beruht. Beinahe der gleich große Schutz ist für Chromosomen(stück)verlust zu verzeichnen, während die Zahl dominanter Letalfaktoren nur um weniges gesenkt wird, da dort anscheinend die Wirkung des Dinitrophenols, welche nach Bestrahlung zu einer Förderung der Chromosomenaberrationen führt, den Schutzeffekten entgegensteht. Weitere Versuche werden aussagen, welches der entscheidende Einfluß des Dinitrophenols auf die Mutabilität ist und ob eventuell zytoklastische Nebeneffekte auftreten, die zu einem Pseudoschutz führen.

Tabelle 2. *Mögliche Beeinflussung der Mutabilität durch 2,4-Dinitrophenol. Kursiv: Wirkung hauptsächlich auf Chromosomenaberrationen (Verhinderung einer „Heilung")*

	Wirkung auf Stoffwechsel	Folgen	Wirkung auf Mutabilität vor Bestrahlung	während Bestrahlung	nach Bestrahlung
2,4-Dinitrophenol	fördert Atmung	O_2-Gehalt der Zelle sinkt	sensibilisiert ?	schützt	*sensibilisiert*
	hemmt oxydative Phosphorylierung	ATP-Spiegel sinkt	schützt	*sensibilisiert*	
		RNS- und DNS-Synthese gehemmt		schützt	

Zusammenfassend stellen wir fest, daß eine Vorbehandlung mit 2,4-Dinitrophenol die Zahl strahleninduzierter rezessiver Letalfaktoren und Chromosomen-(Stück)-Verluste drastisch (um etwa das Vierfache) vermindert.

Ich möchte an dieser Stelle dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung herzlich für seine Unterstützung danken.

Strahlenbiologisches Laboratorium (Leiterin: Prof. Dr. HEDI FRITZ-NIGGLI) *der Radiotherapeutischen Klinik der Universität, Zürich (Direktor: Prof. Dr.* H.R. SCHINZ)

HEDI FRITZ-NIGGLI

Eingegangen am 13. Juli 1961

[1]) FRITZ-NIGGLI, H.: Naturwissenschaften 45, 557 (1958). — [2]) HAAS, F.L., u. C.O. DOUDNEY: 2nd United Nations Internat. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy. A/CONF. 15/P/896 USA, June 1958. — [3]) WITKIN, E.M.: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 21, 123 (1956). — [4]) WOLFF, SH., u. H.E. LUIPPOLD: Radiation Res. 3, 358 (1955).

Haemoglobin in the *Chironomus (Tendipes) annularis* Meig. Larvae from Various Growth Classes

According to the observations made by PAUSE[1]), the haemoglobin content of the *Chironomus gregarius* larvae increases with the growth of the larvae. I decided to trace the changes in the haemoglobin content of *Chironomus annularis* larvae at various stages of growth and development i. e. from various "growth classes", using the quantitative method. On the 24th of September, 1960 larvae were collected from the upper layer only of the bed sediment of a pond. The larvae collected belonged to the last three growth classes. Data given in literature[1–4]), and visual observations explain this since they show that larvae after the first fade i. e. in the 2nd growth class are of a red colour. FOX[5]), however, states that haemoglobin is present even in the eggs of *Chironomus* larvae. The larvae hatching out of the eggs float upwards in the water[3]), i. e. they lead a planktonlike kind of life, living in an environment which is relatively rich in oxygen; for that reason perhaps they contain haemoglobin which is always present in very small amounts and invisible to the naked eye. When the larvae leave the watery environment for the bed sediment i. e. after the first fade, they contain large amounts of haemoglobin. As I said in my previous report[6a]), the haemoglobin content in larvae of the same growth class varies considerably according to the depths to which the larvae penetrate the bed sediment.

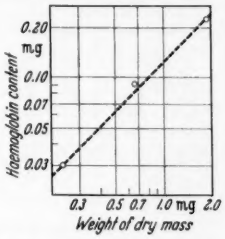


Fig. 1. Haemoglobin content in *Chironomus (Tendipes) annularis* larvae. Ordinate: Average haemoglobin content in the larva (mg). Abscissa: average weight of dry mass of the larva (mg).

Table 1. *Breadth of the larva head (μ) and average weight of dry mass (mg)*

Growth classes	II	III	IV
Width of head	275 (200—359)	462 (399—492)	532 (505—608)
average weight	0·233	0·666	1·866 mg

Table 1 gives the average measurement for the breadth of the larva head and also their average weight. As will be seen from the tables the differences in breadth of larva head and the dry mass weight of a single larva are considerable.

Table 2 presents the results obtained on determining the amount of haemoglobin in the *Chironomus (Tendipes) annularis* larvae from various growth classes. As this data and Fig. 1 show, the haemoglobin content of one larva increases with growth and development of the larva. On the other hand when calculated per mg dry mass the quantities of haemoglobin vary on an average between 11·7% and 13·8%. These figures are of course for larvae of various growth classes but taken from the same environment. This however does not mean that the given proportion of haemoglobin to dry mass will be the same for various growth classes of other species of *Chironomidae (Tendipedidae)* and taken from various places.

The data presented in Table 2 enable us to understand more fully the phenomenon of changes in haemoglobin content in *Chironomus (Tendipes)* larvae at various seasons[6b]). The

Tabelle 2. *Haemoglobin content (in mg) in Chironomus (Tendipes) annularis larvae from various growth classes*

Class II		Class III		Class IV	
A	B	A	B	A	B
0·036	0·155	0·084	0·126	0·204	0·110
0·042	0·180	0·096	0·144	0·216	0·116
0·018	0·077	0·096	0·144	0·216	0·116
0·024	0·103	0·084	0·126	0·204	0·112
0·030	0·129	0·102	0·153	0·204	0·112
				0·252	0·135
				0·228	0·122
Average 0·030	0·129	0·092	0·138	0·218	0·117

A Content in 1 larva, B in 1 mg dry mass.

amount of haemoglobin per 1 mg. dry mass and the differences in these amounts do not show the varied role of the larvae from various growth classes but rather point to the fact that changes in haemoglobin content are more dependent on the conditions existing in the given environment.

Department of Biology, Białystok Medical Academy, Białystok, Poland

B. Czeczuga

Eingegangen am 25. Mai 1961

[1]) Pause, S.: Zool. Jb. Abt. allg. Zool. u. Physiol. **36**, 1 (1918). — [2]) Sadler, W.: Cornnell Univ. Agricult. Exp. Memoir **173**, 1 (1935). — [3]) Konstantinov, A.S.: Vsisojuzn. isled. inst. oziorn i rechn. rybn. hoz. Trudy Sarat. otd. **5**, 3 (1958). — [4]) Baż, L.G.: Trudy Vsiesojuzn. Gidrobiol. Obshch. **9**, 74 (1959). — [5]) Fox, H.M.: Proc. Roy. Soc. [London] B **143**, 203 (1955). — [6]) Czeczuga, B.: a) Nature [London] **186**, 484 (1960); — b) Pol. Arch. Hydrobiol. **7**, 93 (1960).

Plumage Control in Black-headed Munia (*Munia atricapilla*)

The mechanism that controls plumage colour is different in different species of birds. In some, hormones produced by adenohypophysis or gonads control it, in others, it is the genetic factors[1]), and in still others thyroid[2]) may be involved. This multiplicity of plumage controlling mechanisms in birds suggested a study of the factors that control the plumage colour in our Indian birds. Our findings on black-headed Munia *(Munia atricapilla)* is being reported here. Plumage control in Lal Munia *(Amandava amandava)*[3]) and Indian Weaver bird *(Ploceus philippinus)*[4]) has been worked out. Plumage in these two species of finches is under hypophyseal control like the African Weaver finches[1c, d]), [5]). The plumage of Spotted Munia *(Uroloncha punctulata)*, a local bird, is, however, under genetic control[6]).

The black-headed Munia *(Munia atricapilla)* belongs to the family *Ploceidae*, is a small but soberly beautiful bird with head, neck, anterior breast and parts of the abdomen coloured black; rump, wing coverts and back are pale chestnut while the upper tail coverts and lower rump are of maroon colour. The juveniles have a plumage of another colour than the adults. It is pale-fulvous buff below and rufous brown above[7]).

Some adult and juvenile birds of both sexes were castrated and their feathers studied every month of a year. Some normals of both sexes were also kept along with the above series of birds as controls. It was observed, that the castrated and normal adult male and female birds always regenerated adult type of plumage throughout the year. Both castrated and normal male and female juveniles, once they acquired the adult plumage behaved just like the normal or castrated adult birds i.e., always regenerated adult plumage. The adult plumage was acquired for the first time in March.

On the basis of the above observations it is obvious that plumage colour in black-headed Munia is independent of the gonad or gonadal hormones as there is no nuptial or eclipse plumage, and the castrated birds of both sexes always regenerate normal adult plumage as of normals. The possibility of adenohypophyseal control can also be set aside as during eclipse period, when the pituitary is inactive and does not produce any gonadotropins, the birds regenerate the same plumage as in the breeding season when the pituitary is putting out all the hormones. It makes no difference, it seems, for plumage colour, whether the gonadotropins are present or absent in the body.

It, therefore, seems that the plumage in black-headed Munia is free from the control of gonads and adenohypophysis and their hormones, and is probably fixed by genic factors present in the gene complex of the species. This alone explains the facts of plumage colour in this species as nuptial or eclipse phase, presence or absence of gonads and their secretions and active or inactive phases of the pituitary has no effect on it. The regeneration is always of the adult type in both the sexes all the year round and once juveniles attain it, they also fall in line for the rest of their lives.

Department of Zoology, Banaras Hindu University, Varanasi-5, INDIA

R.N. Saxena and J.P. Thapliyal

Eingegangen am 17. Juli 1961

[1]) Witschi, E.: a) Scientia [Milano] **60**, 262 (1936); b) Biology and Comparative Physiology of Birds. Edit. A. J. Marshall. New York and London: Academic Press 1961; c) Anat. Rec. **64**, Suppl. 59 (1936); d) Mem. Soc. Endocrin. **4**, 149 (1955). — [2]) Nalbandov, A.V.: Poultry Sc. **32**, 80 (1953). — [3]) Thapliyal, J.P., and P.D. Tewary: (In press). — [4]) Thapliyal, J.P., and R.N. Saxena: (In press). — [5]) Segal, S.J.: a) Recent Prog. Horm. Res. **12**, 298 (1956); b) Science **126** (1957). — [6]) Tewary, P.D., and J.P. Thapliyal: (In press). — [7]) Baker, S.: Fauna of British India, vol. 3, p. 78. London: Taylor and Francis 1926.

Vergleichende Untersuchungen an Skeletten greifschwänziger Affen

Gegenstand der Untersuchung sind die Differenzierungen, die Tastgreifschwanz und Greifschwanz südamerikanischer Affen kennzeichnen. *Brachyteles*, *Ateles*, *Lagothrix* und *Alouatta* haben mit Tastfläche versehene Tastgreifschwänze (Bopp 1954, Hill 1960), *Cebus* einen allseitig behaarten Greifschwanz, *Aotes* und *Callicebus* verwenden ihren Schwanz nicht aktiv. Schon bei Embryonen ist die Tastfläche gut ausgebildet. Der Unterschied in Verwendungsweise und Möglichkeit bei den zu unterscheidenden Formen ist groß, der Unterschied im Grundbauplan der Caudalskelette dagegen gering.

Die Caudalwirbelsäule zeigt zwei Regionen:

1. Die craniale, dem Sacrum folgende — hier erste Caudalregion genannte — Region: die Wirbelkörper tragen knöcherne Differenzierungen, und zwar Neurapophysen, Zygapophysen, Procc. transversi und Haemapophysen.

2. Alle der ersten Region folgende Schwanzwirbel — hier zweite Caudalregion genannt: in der Regel rein hantelförmige Wirbelkörper ohne Differenzierungen (Röntgenaufnahmen zeigen, daß die Haemapophysen oft bis weit in die zweite Caudalregion als Knochenkerne hineinreichen), der letzte Wirbel ist terminal konisch zugespitzt.

Die Tiere mit Tastgreifschwanz können längere Zeit mühelos an den Endgliedern ihres Schwanzes ihr eigenes Körpergewicht tragen; die Beugemuskulatur ist sehr stark ausgebildet. Die Tastgreifschwanzaffen greifen aktiv und gezielt mit ihrer „fünften Extremität" (Bopp 1954). Das greifen erfolgt immer in ventraler Richtung, kombiniert mit einer Rechts- oder Links-Bewegungskomponente. Träger der aktiven dorsalen Abwinkelung des Gesamtschwanzes ist allein die erste Caudalregion (Lebendbeobachtungen).

Eine vergleichende Analyse der drei zu unterscheidenden Schwanzformen auf Grund der Skelette ergibt folgendes Bild: Die Differenzierungen der ersten Caudalregion sind bei Tastgreifschwanzaffen weit stärker, bei Greifschwanzaffen stärker ausgebildet als bei schlaffschwänzigen Affen. Der prozentuale Anteil der ersten mit Neurapophysen versehenen Caudalregion an der Gesamtlänge des Caudalskelettes beträgt bei tastgreifschwänzigen Affen fast das Dreifache, bei greifschwänzigen fast das Doppelte des Anteiles dieser Region an der Gesamtlänge bei nichtgreifschwänzigen Affen.

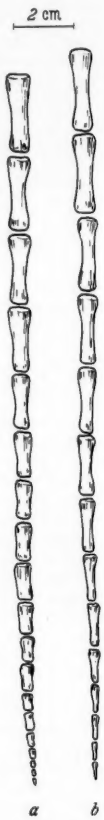


Fig. 1a u. b. Auf die gleiche Größe gebrachte Endabschnitte von *a Ateles* und *b Cynomolgus*-Schwanz

Die Beugungs- und Bewegungsmöglichkeit eines Schwanzes ist abhängig von der Länge der einzelnen Wirbelkörper und der Anzahl der Gelenkstellen pro Schwanzlängeneinheit. Die Zwischenwirbelscheiben, fibrös-knorpelige Kissen zwischen den statisch festen Bauelementen, den Wirbelkörpern, sind die Krümmungsträger. Je kleiner die Einzelwirbel, desto dichter die Gelenkstellen, desto größer die Beugungsmöglichkeit. Bei den Tastgreifschwanzaffen verkürzen sich die Wirbel der zweiten Caudalregion im letzten Schwanzdrittel stärker als bei Schlaffschwanzaffen. Zugleich setzt bei den tastgreifschwänzigen und greifschwänzigen Affen eine Verbreiterung der hinteren Einzelwirbel ein (Fig. 1).

In einer bald erscheinenden Arbeit der Verfasserin wird die Skelettmorphologie der Gattungen *Brachyteles, Ateles, Lagothrix, Alouatta, Cebus, Aotes, Callicebus* und *Saimiri* eingehend behandelt. Weitere Arbeiten über die Schwanzanatomie dieser Gattungen sind in Vorbereitung.

Die Arbeiten werden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgeführt. Beratende Funktion hat Herr Prof. Dr. H. Hofer.

Zoologisches und vergleichend Anatomisches Institut der Universität, Gießen a. d. Lahn (Direktor: Prof. Dr. W. E. Ankel)

Friderun Ankel

Eingegangen am 14. Juli 1961

Über zwei neue gibberellinartige Verbindungen aus den Fermentationsprodukten des Pilzes Gibberella fujikuroi

Bei unseren Untersuchungen über die Fluorenderivate, die neben Gibberellinsäure (GS) in den Fermentationsprodukten des Pilzes Gibberella fujikuroi vorkommen, erhielten wir zwei neue Verbindungen, die im neutralen p_H-Bereich aus der wäßrigen in die organische Phase übergehen, nämlich (I) mit dem Schmp. 165 bis 167° und der spez. Drehung $(\alpha)_D^{20} = -57°$ und (in kleineren Mengen) (II) mit dem Schmp. 210 bis 212° und der spez. Drehung $(\alpha)_D^{20} = -50°$.

Einleitende Versuche weisen auf die Möglichkeit hin, daß (I) ein Ketolacton ist und die Bruttoformel $C_{20}H_{26}O_4$ besitzt. Das UV- und IR-Spektrum von (I) und (II) sowie chemische Untersuchungen deuten auf einen engen Zusammenhang mit den schon bekannten Gibberellinen hin. Anderseits unterscheiden sie sich, vor allem (I), in mancher Hinsicht sehr von den Gibberellinen. Über beide Verbindungen konnten wir in der Literatur [vgl. das ausführliche Übersichtsreferat von P. W. Brian u. a.[1])] keine Angaben finden.

Der Fermentationsvorgang zur Gewinnung der Gibberelline wurde nach [2]) durchgeführt. Die in der Gärbrühe vorhandenen Gibberelline wurden auf Aktivkohle adsorbiert, von dieser mit Azeton oder leicht ammoniakalischem Methylalkohol ausgewaschen und schließlich im Vakuum destilliert. Der wäßrige Rückstand wurde mit verdünnter Schwefelsäure auf p_H 3 eingestellt und mit Äthylazetat extrahiert. Nach dem Einengen im Vakuum kristallisierte die GS aus. Die Mutterlauge wurde mit Wasser verdünnt, mit schwacher Natriumlauge auf p_H 7 bis 8 gebracht und mit Benzol extrahiert. Nach dem Einengen im Vakuum fielen grobkörnige Kristalle der Verb. (I) aus. Die Ausbeute betrug ungefähr 1% der GS. Der Niederschlag wurde mit Äther gewaschen und in Äthanol oder Benzol umkristallisiert. Schmp. 165 bis 167°; $(\alpha)_D^{20} = -57°$. Analyse: $C_{20}H_{26}O_4$; ber. C 72,72; H 7,87, gef. C 73,11; H 7,89. Mol.-Gew. 340 (kryoskop).

Nach dem Einengen der Ätherlösung, die zum Waschen des Niederschlages (I) diente, wurde (II) erhalten. Die Ausbeute an (II) ist wesentlich geringer als die an (I). (II) kristallisiert aus heißem Benzol oder Alkohol in Form langer dünner Nadeln. Schmp. 210 bis 212°; $(\alpha)_D^{20} = -50°$. Analyse: $C_{20}H_{26}O_4$; ber. C 71,64, H 8,24; gef. C 71,81, H 8,29.

Das UV-Spektrum beider Verbindungen weist ähnlich wie die GS ein Maximum bei 205 mμ auf. Im IR-Bereich dagegen sind die Absorptionsbanden verschieden. (I) besitzt kein Absorptionsmaximum (ν_{max}) im Bereich von 3300 bis 3600 cm^{-1}, dafür aber zwei deutliche Maxima bei 1736 und 1795 cm^{-1} und auch zwei schwach ausgeprägte Maxima bei 1870 und 2692 cm^{-1}. Das Spektrum der Verb. (II) ist mehr dem der GS ähnlich. Ein Maximum bei 3540 cm^{-1} entspricht einer freien Hydroxylgruppe; $\nu_{max} = 1750$ cm^{-1} stammt von der Karbonylgruppe des Lactons her.

Beide Verbindungen besitzen keine freien Karboxylgruppen, was auch der Grund für ihren Übergang aus der wäßrigen in die organische Phase im neutralen p_H-Bereich ist. Die Karboxylgruppen werden erst nach alkalischer Hydrolyse freigesetzt, wobei die Verbindungen in wasserlösliche Salze übergehen.

In biologischen Versuchen mit jungen Salatpflanzen[3]) wurde festgestellt, daß (II) in einem Konzentrationsbereich bis zu 10 μg/ml eine der GS entgegengesetzte Wirkung aufweist (Verkürzung der Hypocotyle).

(I) gibt mit konz. Schwefelsäure eine rote Färbung. Im UV-Licht fluoresziert sie bläulich. In verdünnter Alkalilösung ist sie bei Zimmertemperatur unlöslich. Bei Anwärmen in 2N Natriumlauge wird sie zur einbasigen Säure $C_{20}H_{28}O_5$ hydrolysiert. Bei Erhitzen über 120° C verliert sie ein H_2O und geht dabei in die Ausgangsform mit dem Schmp. 165° zurück. Eine ähnliche Umwandlung geht in organischen Lösungsmitteln, besonders in wasserfreier Lösung vor sich. Die Öffnung und Schließung des Lactonringes ist also ein reversibler Vorgang.

Mit (I) konnten keine Acetylderivate erhalten werden, verhältnismäßig leicht kann mann jedoch Oxime und Semikarbazone erhalten. Die letztgenannten Derivate weisen entschieden darauf hin, daß (I) ein Ketolacton ist. In (I) wurde außerdem nach Kaufmann eine Doppelbindung festgestellt und nach Dehydrierung mit Selenpulver ein flüssiges Fluorenderivat erhalten.

Chromatographische Untersuchungen der Gärbrüheextrakte erlauben die Annahme, daß (I) und (II) keine Umwandlungsprodukte sind, die während der chemischen Aufarbeitung der GS aus der Gärbrühe entstehen; sie scheinen echte Syntheseprodukte des Pilzes Gibberella fujikuroi zu sein.

Weitere Untersuchungen sind im Gange, da wir hoffen, durch diese Verbindungen einen näheren Einblick in die Fermentationsprodukte des Pilzes G. fujikuroi zu erlangen.

Abteilung für Allgemeine Chemie der Medizinischen Akademie, Warschau

Piotr Wierzchowski und Zofia Wierzchowska

Eingegangen am 15. Juli 1961

[1]) Brian, P. W., J. Fr. Grove u. J. MacMillan: Fortschr. Chem. organ. Naturstoffe **1960**, 350. — [2]) Borrow, A., P. W. Brian, V. E. Chester, P. J. Curtis, H. G. Hemming, C. Henehan, E. G. Jefferys, P. B. Lloyd, J. S. Nixon, G. L. F. Norris u. M. Radley: J. Sci. Food Agric. **6**, 340 (1955). — [3]) Wierzchowski, P., u. Mitarb.: Bull. Acad. Polon. Sci. (im Druck).

Cycle Acide Tricarboxylique et Résistance du „Mycobacterium tuberculosis BCG" à la Streptomycine, PAS et INH

Dans le cadre de notre étude sur les modifications enzymatiques accompagnant l'installation de la résistance du "Mycobacterium tuberculosis BCG" aux antibiotiques: streptomycine (1000 γ/ml), PAS (500 γ/ml) et INH (250 γ/ml)[1]) on expose dans cette note les résultats de l'étude du cycle tricarboxylique chez les mêmes variantes, de même que chez la souche BCG sensible de départ.

Les détails techniques pour l'obtention de ces variantes sont indiqués dans nos travaux antérieurs[1]). L'étude comparative du cycle acide tricarboxylique a été effectuée par:

1° mise en évidence des enzymes spécifiques à chacune des étapes du cycle[2]);

2° détermination de la consommation d'oxygène en présence des composants du cycle tricarboxylique comme substratum (appareil Warburg); ces déterminations sont effectuées avec les cellules microbiennes intactes à l'état de "resting bacteria", de même qu'avec les cellules désintégrées par homogénéisation d'une suspension des germes dans une solution de saccharose (0,25 M)-déoxycolate de soude (0,5%);

3° détermination directe des cétoacides participants au cycle, par transformation en cétoacidehydrazones[3]), séparation électrophorétique sur papier filtre[4]), élutions des taches colorées et dosage photométrique;

4° détermination des acides organiques participants au cycle (par séparation sur résine échangeur d'ions, Amberlite IR 400), identification par chromatographie sur papier filtre et dosage photométrique[5]).

Les résultats obtenus par les différentes méthodes de contrôle indiquent que l'installation de la résistance envers les antibiotiques est accompagnée d'une modification évidente de la métabolisation par la voie du cycle de l'acide tricarboxylique. Les modifications sont fonction de chaque étape du cycle, de l'antibiotique qui a induit la résistance, de même que de la phase de croissance de la variante respective.

Les acides pyruvique, oxalacétique et succinique sont oxydés par les cellules intactes et les systèmes acellulaires de toutes les variantes et dans toutes les phases de croissance. L'intensité d'oxydation est variable pour les diverses variantes. L'acide citrique n'est pas oxydé par les cellules intactes, ce composant constituant même un inhibiteur de leur respiration endogène. L'acide citrique est cependant oxydé par les systèmes acellulaires correspondants et le plus intensivement par la variante PAS-résistante. L'acide iso-citrique n'est pas oxydé par les cellules intactes, à l'exception de la variante streptomycino-résistante en phase stationnaire, mais il est oxydé par les systèmes acellulaires de toutes les variantes. L'acide α-cétoglutarique est oxydé par les cellules intactes de la souche sensible d'origine; il n'est oxydé par les systèmes acellulaires d'aucune variante. L'acide fumarique est oxydé par la variante streptomycino-résistante dans toutes ses phases de croissance et par les autres variantes seulement en phase stationnaire. L'acide malique est fortement oxydé par la variante streptomycino-résistante se trouvant à la fin de la phase de croissance exponentielle et beaucoup plus faiblement par les autres variantes. Les composants du cycle des acides tricarboxyliques sont oxydés par les systèmes acellulaires de la variante PAS-résistante plus intensément que par toutes les autres variantes. La variante streptomycino-résistante présente une inhibition marquée dans l'étape catalysée par l'enzyme de condensation, la variante INH-résistante une inhibition nette dans l'étape catalysée par la succindéhydrogénase, la variante PAS- et INH-résistante une inhibition de l'étape catalysée par la fumarase.

Les données expérimentales obtenues dans l'étude du cycle des acides tricarboxyliques indiquent, en plus d'une localisation plus évidente dans certaines phases d'action de chaque antibiotique, un dérèglement intercorrélé et complexe de toutes les étapes de ce cycle.

Institut „Dr. I. Cantacuzino", Service de Biochimie Générale et Service BCG, Bucarest

EUGENIA SORU*) MARIA ISTRATI, JUDITH SZABADOS, DINU TĂNĂSESCO et MARIA PARASCHIVESCO

Eingegangen am 27. Juli 1961

*) Adresse actuelle: strada Bogdan P. Hasdeu 37, Bucarest 5, Roumanie.

[1]) SORU, E., M. ISTRATI, J. SCULPTOREANU et M. PARASCHIVESCO: Arch. Roum. Path. Exp. 19, 189 (1960). — [2]) Methods in Enzymology edit. by SIDNEY P. COLOWICK et O. KAPLAN, vol. 1. New York: Academic Press 1955. — [3]) NEISH, W. J. P., dans: Methods of Biochemical Analysis, edit. by DAVID GLICK, vol. 5, p. 109. New York: Interscience Publ. 1957. — [4]) TAUBER, H.: Analyt Chem. 27, 287 (1955). — [5]) NORDMAN, R., O. GAUCHERY, J. P. DU RUISSEAU, Y. THOMAS et J. NORDMAN: Bull. Soc. Chim. Biol. 36, 1461 (1954).

Nachweis des Einflusses eines elektrostatischen Feldes auf lebende Zellen

Einleitung: Auf die Bedeutung der luftelektrischen Felder für die Funktionen der Lebewesen wurde schon seit langem und bis in die heutige Zeit von Biologen und Physikern hingewiesen. Im Freien ist normalerweise ein Spannungsgefälle von 200 bis 400 V je Meter nachweisbar. In allen Innenräumen, vor allem in den Räumen der modernen Bauweise mit armiertem Beton wird das natürliche Spannungsgefälle nahezu vollständig aufgehoben. (Nullfeld = Faradayscher Käfig.)

Arbeitshypothese: Auf alle lebenden Zellen wirkt das äußere (natürliche) Spannungsgefälle als Anregung, durch die die bekannten Vorgänge von Depolarisation und Repolarisation der Zellen in Gang gehalten werden. Dagegen bewirkt das Fehlen des Spannungsgefälles (Nullfeld) schnellen Verbrauch der Zellenergie, erhöhte Teilungstendenz, mangelnde Zellausreifung, schnelle Alterung und hohe Absterberate. Zur Prüfung dieser Hypothese wurde folgender Versuch durchgeführt.

Versuchsanordnung und Durchführung: Mit dem von Prof. H. H. KRITZINGER, Karlsruhe, zur Verfügung gestellten Gerät Elviton (DBP 1063 293 „Anordnung zur Schaffung bioklimatischer Bedingungen in Räumen durch elektrostatische Felder") wird in Nullfeldräumen ein quasi statisches, elektrisches (ruhendes) Feld mit Spannungen zwischen 200 und 2000 V hergestellt. Zwei gleichaltrige Bakterienreinkulturen von Bac. subtilis (die Keime haben negative Ladungen) werden in einen Brutschrank so eingebracht, daß sie durch eine Metallfolie getrennt sind. Über der einen Kultur wird in 5 cm Abstand von der Bakterienoberfläche die Anode mit einer Spannung von 800 V geführt (Feldplatte). Die andere Kultur bleibt ohne Feldeinwirkung (Nullfeldplatte). In Zeitabständen werden von beiden Kulturen Ausstriche angefertigt, gefärbt und unter dem Mikroskop mit Fadenkreuzokular nach jungen (gut färbbaren) und alten (schwach färbbaren) Zellen ausgewertet. (Auf je 100 Zellen an jeweils mehreren verschiedenen Stellen des Ausstrichs werden die jungen und alten Zellen in Teilen von Hundert ausgezählt). Auszählungen von mehreren Tausend Zellen in Teilen von Hundert jungen und alten Zellen desselben Ausstrichs ergaben überzufällig übereinstimmende Werte.

Tabelle. *Entwicklung der Kulturen mit und ohne Feld*

Zeit	Nullfeldplatte		Feldplatte	
Std	Zellen*)	Zell-Beschreibung	Zellen*)	Zell-Beschreibung
24	j. 93 a. 7	lange Ketten, angedeutete Gliederung, schlanke dünne Zellen	j. 95 a. 5	lange Ketten, angedeutete Gliederung, plumpe derbe Zellen
30	j. 97–100 a. 3– 0	schlank, dünn, deutliche Gliederung	j. 97–100 a. 3– 0	derb, plump, angedeutete Gliederung
48	j. 91–93 a. 9– 7	schlank, dünn, Plasmabrücken, zwischen den Gliedern, kurze Ketten	j. 95–96 a. 5– 4	derb, plump, deutlich gegliedert, noch viele lange Ketten
54	j. 76–86 a. 24–14	kaum Ketten, kurze, einzelliegende Stäbchen, dünn, schlank	j. 87–88 a. 13–12	kurze Ketten, viele einzelliegende Stäbchen, derb, plump
72	j. 16–18 a. 84–82	einzelliegende Stäbchen, dünn, schlank	j. 73–75 a. 27–25	einzelne Ketten, Plasmabrücken, einzelliegende Zellen, derb, plump
96	j. 0– 1 a. 100–99	blasse, alte Zellschatten	j. 69–72 a. 31–28	einzelliegende junge und blasse alte Zellen
102	j. 1– 2 a. 99–98	blasse, alte Zellschatten	j. 61–69 a. 39–31	einzelliegende junge und alte Zellen
120	j. 0 a. 100	blasse, alte Zellschatten	j. 65–69 a. 35–31	einzelliegende junge und alte Zellen

*) Prozentsatz an jungen (j.) und an alten (a.) Zellen.

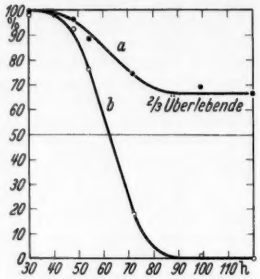


Fig. 1. Wirkung eines elektrostatischen Feldes auf Kulturen von Bac. subtilis. Ordinate: Überlebende (in %). Abszisse: Zeit (Std nach dem Ansetzen der Kultur). Interpolation mit Gauß-Verteilung. *a* (●) Unter Feldwirkung; *b* (○) ohne Feld. Näheres im Text

Ergebnisse: Nach 90 Std sind auf den Ausstrichen der Nullfeldplatte nur noch helle, kaum anfärbbare Zellschatten vorhanden, während die Ausstriche der Feldplatte in der gleichen Zeit noch 65–70% dunkle, gut anfärbbare, junge Zellen auszählen lassen (Tabelle). Die Meßergebnisse sind als Kurven dargestellt (Fig. 1). Diesen ist die durch die Gaußsche Transzendente definierte Normalverteilung („Summenfunktion") zugrunde gelegt, die vom Wahrscheinlichkeitsnetz mit linear geteilter Abszissenachse her bekannt ist. Dabei bleibt offen, ob man später eine logarithmische Teilung wählt[1]).

Daraus ergibt sich: Unter Nullfeldbedingungen wird die Zellenergie schnell aufgebraucht, die Zellen reifen nicht genügend aus, teilen sich vermehrt in unreifem Zustand, altern und sterben schnell ab. Unter den Bedingungen eines genügend hochgespannten elektrostatischen Feldes bleibt die Zellenergie wesentlich länger erhalten, die Zellen reifen langsam aus ohne überstürzte Teilungstendenz, altern langsam bei geringer Absterberate. Die Ergebnisse zum Nachweis des Einflusses eines elektrostatischen Feldes auf andere Bakterien (einschließlich pathogener Keime) sowie Warmblüter (einschließlich Mensch) wird nach Abschluß der Versuchsreihen mitgeteilt.

Wehrmedizinalamt, Beuel

H. J. BUSCH

Eingegangen am 1. Juli 1961

[1]) KRITZINGER, H. H.: Persönl. Mittlg. v. 3. 6. 61.

Lampbrush Fine Structure of Vertebrate Male Chromosomes in Meiotic Prophase

Premeiotic lampbrush chromosomes in oocytes of fishes, amphibians, reptiles and birds have been observed since RÜCKERT[1]). Presently, we are engaged in an electron microscope study of synaptinemal complexes in male mice[2]) and pigeons. The lampbrush structure in male meiotic prophase of mice and pigeons can not be seen in the light microscope. However, the fuzzy margin of many if not all meiotic prophase chromosomes suggests that similar structures are widely distributed.

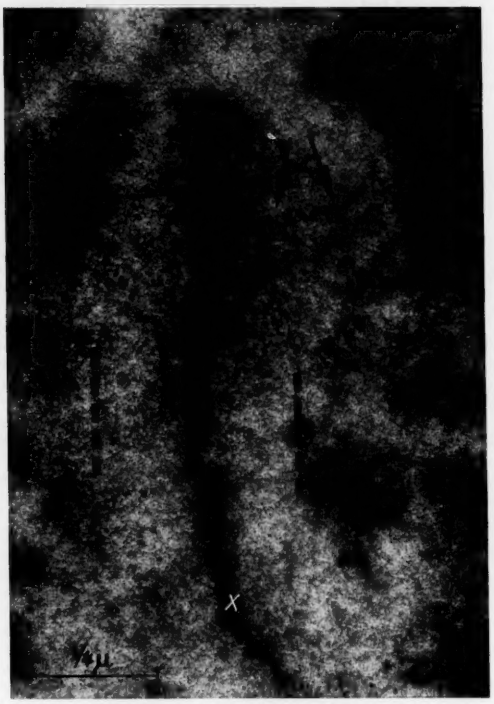


Fig. 1. Electron micrograph of part of a pachytene chromosome in a male pigeon. Explanation in text. 81,000×

Fig. 1 shows what we consider to represent the lampbrush structure of a pachytene chromosome in the pigeon. Dashes demarcate the average outer border line of the loop-containing region of the chromosome. This region shows irregular widening toward the top of Fig. 1. This chromosome is about 3500 Å wide which corresponds to the chromosome width seen in the light microscope. X denotes the axial region of one partner of a bivalent, which has been sectioned longitudinally. The other partner is above or below the plane of our section so one does not see the usual tripartite profile of the synaptinemal complex[3]). Arrows point to a structure branching from the axial region which we are calling a "loop", although none of these structures have yet been traced from end to end. The loops are threads about 100 Å thick and show various degrees of coiling. Each thread appears to be double, but this double structure is rarely resolved.

The photograph is one of about 50 taken thus far of normal pachytene chromosomes in pigeon testis fixed in a slightly modified Palade fixative and embedded in prepolymerized methacrylate (60% butyl/40% ethyl). In the pigeon it is possible that the loops may be carried into the metaphase chromosome. Until further experimental evidence is available we assume that, as in oocytes, the "loops" consist primarily if RNA and protein. They may have no role in crossing over which may take place before the loops are formed. Our work suggests that similar structures exist in the mouse where the loops are smaller and less clear. Thus the electron microscopic lampbrush structure may be a feature of all pachytene chromosomes of both animals and plants.

This work was performed under the auspices of the U.S. Atomic Energy Commission.

Division of Biological and Medical Research, Argonne National Laboratory, Argonne (Illinois)

B. R. NEBEL and E. M. HACKETT

Eingegangen am 3. Juli 1961

[1]) RÜCKERT, J.: Anat. Anz. 7, 107 (1892). — [2]) NEBEL, B. R., u. E. M. HACKETT: Nature [London] 190, 467 (1961). — [3]) MOSES, M. J.: J. Biophys. Biochem. Cytol. 4, 633 (1958).

Besprechungen

Fischer, Johannes: Größen und Einheiten der Elektrizitätslehre. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961. VIII, 122 S. u. 2 Abb. Gr.-8°. Gzl. DM 16,50.

Die bekannte Vielfalt bei der Aufstellung der grundlegenden Definitionen, der Wahl der Grundgrößen und der Einheiten für das elektromagnetische Feld kommt daher, daß man sich von verschiedenen Gesichtspunkten leiten lassen kann. Man kann etwa beachten, daß die Ausdrücke der Kraft auf eine ruhende und eine bewegte Ladung $\mathfrak{F} = Q\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{F} = Q\mathfrak{v} \times \mathfrak{B}$. Definitionen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flußdichte sind, wenn man den Begriff der elektrischen Ladung voraussetzt, und darum neben den drei mechanischen Grundgrößen die Ladung als vierte und einzige neue Grundgröße einführen. Man kann aber auch etwa die relativistische Invarianz durch Zusammenfügen von $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{B}$ zu einem Tensor $(\mathfrak{E}, \mathfrak{B})$ ausdrücken und deshalb $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{B}$ gleiche Dimensionen geben wollen; dann hat man $\mathfrak{F} = Q\frac{\mathfrak{v}}{c} \times \mathfrak{B}$ zu schreiben. Will man sich diese zweite Möglichkeit zusammen mit der früheren Gleichung als Spezialisierungen gemeinsamer Größengleichungen offen halten, muß man ein γ einführen, das man dann gleich 1 oder gleich c setzen kann; dann hat man in einem etwas anderen Sinne fünf Grundgrößen [man kann aber auch die relativistische Invarianz mit dem Tensor $(\mathfrak{E}, c\mathfrak{B})$ ausdrücken und bei $Q\mathfrak{v} \times \mathfrak{B}$ bleiben]. Andere Gesichtspunkte können zu anderen Grundgrößen führen.

FISCHERs Buch nimmt ganz folgerichtig den ersten Standpunkt ein, sieht also einen anderen als historische Belastung an. Er stellt klar die Begriffe Größengleichung und Zahlengleichung auf, begründet mit allgemeinen Kriterien die vier Grundgrößen. Nach solcher Klärung der „Größenlehre" lassen sich die Einheiten sehr einfach übersehen.

Das Buch ist sehr klar geschrieben. Daß es manches vielleicht apodiktischer hinstellt, als der Sache entspräche, erhöht die Klarheit. Es ist jedem verständlich, der die Theorie des elektromagnetischen Feldes kennt, und wird Vielen mit den sehr zahlreichen Tabellen der Definitionen, der Einheitensysteme und der Umrechnungsfaktoren viel Arbeit sparen.

F. HUND (Göttingen)

Krautkrämer, Josef, und Herbert Krautkrämer: Werkstoffprüfung mit Ultraschall. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961. XII, 501 S., 474 Abb. u. 9 Tafeln. Gr.-8°. Geb. DM 64.50.

Im letzten Jahrzehnt ist auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung das Ultraschallverfahren an die Seite der bereits bekannten Methoden, z. B. der Röntgen-Prüfung getreten. Dieser neue Zweig hat bereits einen außerordentlich starken Aufschwung erfahren. Es ist deswegen mehr als berechtigt, ihm ein besonderes Buch zu widmen, denn die Ultraschallverfahren ergänzen in äußerst glücklicher Weise die sonstigen Methoden der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Das Buch kommt aus der Feder zweier Verfasser, die sich seit langem ausschließlich mit der Ultraschall-Werkstoffprüfung beschäftigt haben und die auch eine große Firma zur Herstellung von Geräten dieser Art besitzen.

Das Verfahren, Werkstücke zu „durchschallen", um Materialfehler festzustellen, ist im Prinzip schon alt. SOKOLOV

hat bereits im Jahre 1929 Vorschläge dazu gemacht. F. A. FIRESTONE hat dann im Jahre 1942 die wissenschaftlichen Grundlagen angegeben und kommerziell Geräte dieser Art bauen lassen.

Das Buch behandelt in zusammenfassender Weise das Gesamtgebiet in drei großen Abschnitten. Der erste Abschnitt ist den Grundlagen gewidmet. Hier werden zum Teil in anschaulicher und übersichtlicher Form, zum Teil auch in strengeren Ableitungen alle physikalischen Grundlagen, wie die Schallwellen an Grenzflächen bei senkrechtem und schrägem Einfall, die geometrische Ultraschalloptik und die wellenphysikalische Behandlung der Schallfelder behandelt. Auch die Erzeugung und der Empfang von Ultraschallwellen werden beschrieben.

Der zweite Abschnitt befaßt sich mit den Verfahren und Geräten der Ultraschall-Werkstoffprüfung, unter denen die Impulslaufzeitverfahren die Hauptrolle spielen. In diesem Kapitel werden ausführlich alle Methoden besprochen.

Der letzte Abschnitt ist schließlich die angewandte Ultraschall-Werkstoffprüfung, und hier werden die entsprechenden Geräte beschrieben, die in den verschiedenen Zweigen der Technik zur Werkstoffprüfung benutzt und von den verschiedensten Firmen hergestellt werden. Schmiedestücke, Maschinenteile, Eisenbahnmaterial, Bleche, Stangen und Drähte, Rohre und Flaschen, Gußstücke, Nietverbindungen, metallische Werkstoffe, nichtmetallische Prüflinge: Die Ultraschallprüfung all dieser Teile wird an Hand einer großen Zahl von Abbildungen durchgesprochen. Besonders interessant ist die Ultraschallprüfung von Eisenbahnschienen; hierzu dienen besonders eingerichtete Eisenbahnmeßwagen, wobei die Messung von Materialfehlern in den Schienen während der Fahrt durchgeführt wird.

Soweit der Berichter übersehen kann, ist das vorliegende Buch der beiden Brüder JOSEF und HERBERT KRAUTKRÄMER eine ausgezeichnete und erschöpfende Darstellung der Ultraschall-Werkstoffprüfung. Es zu benutzen ist nicht nur ein Gewinn für den auf diesem Gebiet arbeitenden Fachmann, sondern auch für alle diejenigen, die — sei es von der Werkstoffseite her, sei es von der physikalisch-akustischen Seite her — einen Rat benötigen.

E. MEYER (Göttingen)

Karlson, P.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. Mit einem Geleitwort von A. BUTENANDT. 2. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme 1961. XII, 336 S., 55 Abb., 1 Tafel. Gr.-8°. DM 29.70.

Knapp $^1/_2$ Jahr nach Erscheinen des Buches liegt nunmehr die zweite Auflage vor. Das Karlsonsche kurze Lehrbuch der Biochemie stellt etwas durchaus Neuartiges auf dem Gebiet der deutschsprachigen medizinischen Lehrbücher dar. Befreit von den traditionellen Vorstellungen, daß der pädagogische Erfolg eines Lehrbuches dann gegeben ist, wenn systematisch vom „Einfachen" zum „Komplizierten" vorgegangen und die Behandlung der Probleme bis zu dem Zeitpunkt aufgeschoben wird, an dem das notwendige Verständnis zu erwarten ist, geht der Autor einen neuen Weg. Für ihn ist die Grenze zwischen statischer und dynamischer Biochemie nicht mehr gerechtfertigt. Nach einer kurzen Einführung in einige Grundbegriffe der organischen Chemie und Biochemie steht der Leser unvermittelt vor dem komplizierten Gebäude der Biochemie. Das, was den meisten Studenten im üblichen Lehrplan erst nach Wochen und Monaten heißen Bemühens erläutert wird, die Struktur der Proteine, das steht in diesem Lehrbuch gewissermaßen als Eingangspforte des Gebäudes. An dieser Stelle setzt das pädagogische Geschick des Verfassers ein. Nach wenigen Seiten gewinnen die Bauelemente Aminosäuren Leben und fügen sich zu Gebilden höherer Ordnung zusammen, deren räumliche Struktur glasklar an wunderschönen Modellen aufgezeigt vor einem steht. In dem Maße, wie die chemische Individualität der einzelnen Aminosäuren im Verband des Proteins zurücktritt gegenüber den Eigenschaften der Makromolekel, wandelt sich die Formelsprache im Text in Richtung auf eine Hervorhebung der charakteristischen Gruppierung, so daß der Student in funktionellen Gruppen zu denken lernt, wodurch das Verständnis für Stoffwechselabläufe ermöglicht wird. Durch das ganze Buch zieht sich als roter Faden diese geschickte Anordnung der Formelbilder und Schemata. Die mehrdimensionale Darstellung chemischer Strukturen überzeugt selbst dem chemischen Denken noch so gleichgültig oder feindlich gegenüberstehenden Medizinstudenten von der Existenz der Raumisomerie. Besonders zu begrüßen sind die immer wieder erfolgenden Hinweise auf moderne Methodiken, durch deren Hilfe die vermittelten Erkenntnisse gewonnen wurden. Der knappe, übersichtliche Satzbau im Text erleichtert das Verständnis und kommt den mnemotechnischen Wünschen des Studenten entgegen. Allerdings darf hier nicht der Versuch gemacht werden, mit einem Rotstift vermeintlich wesentliche Dinge zu unterstreichen; denn jeder Satz ist wichtig. So führt der Autor seine Studenten durch das Labyrinth der molekularen Strukturen der belebten Substanz, indem in den einzelnen Abschnitten nach einer kurzen, schlaglichtartigen Beleuchtung der Strukturelemente eine Analyse der sich an diesen Strukturen manifestierenden Stoffwechselvorgänge erfolgt. Der Student wird immer wieder an die Grenzen der biochemischen Erkenntnis geführt, so daß frühzeitig in dem jungen Akademiker der Wunsch, Unbekanntes zu entdecken, geweckt wird. So leistet das Buch einen wesentlichen Beitrag zu dem Problem, den Mediziner während des Studiums aus seiner rezeptiven Haltung herauszuholen und zum Denken anzuregen. Vielleicht würden bei einer Neuauflage dieses Buches deutlichere Hinweise auf die klinischen Erkrankungen zugrunde liegenden Fehlleistungen des Intermediärstoffwechsels und der hormonalen Regulation eine sinnvolle Ergänzung darstellen.

Dem Chemiker und dem Biologen, an die sich das Buch ebenso wendet wie an den Mediziner, zeigt es eine Welt, von der er gemeinhin während des Studiums wenig oder nichts erfährt, und wie mir Studenten gerade dieser Fächer versichert haben, begeistert es sie für diese Welt.

Das Karlsonsche Buch richtet sich aber nicht nur an den Studenten, es wird vielen ein willkommenes Nachschlagewerk sein, um sich rasch über die wesentlichen Details von Stoffwechselreaktionen zu informieren. Dem Dozenten bietet es eine fast unerschöpfliche Quelle von guten Formeldarstellungen für die Projektion in der Vorlesung.

Das neue Lehrbuch wirft darüber hinaus in aller Deutlichkeit ein Problem auf, das sich durch den ganzen Ausbildungsgang des Mediziners hindurchzieht. Es ist das Problem des Mißverhältnisses zwischen der überragenden Bedeutung der Physiologischen Chemie für die Medizin und der für die Ausbildung im Rahmen des Medizinstudiums zur Verfügung stehenden geringen Zeit.

In dem Karlsonschen Buch ist ein Weg aus diesem Dilemma, der einer didaktisch geschickten Komprimierung des Stoffes, zweifellos erfolgreich beschritten worden. Dennoch gewinnt man beim Lesen der Kapitel den Eindruck, daß der Umfang biochemischen Wissens zu groß ist, um sich in den zeitlichen Rahmen des heutigen Lehrplanes einzwängen zu lassen. In diesem Sinne richtet sich das Buch an einen weiteren Kreis und wird hoffentlich dazu beitragen, dem physiologisch-chemischen Unterricht einen der Bedeutung biochemischen Gedankengutes für die einzelnen Fächer der Medizin adäquaten Raum im Lehrplan einzuräumen.

C. v. HOLT (Hamburg)

Li, H. L.: The Garden Flowers of China. New York: The Ronald Press Company 1959. VI, 240 S. u. 68 Abb. Gr.-8°. Geb. $ 6.50.

Wer nach dem Titel ein schönes, farbiges Bilderbuch erwartet, wird ziemlich enttäuscht sein. Die Pflanzenabbildungen in Strichmanier sind primitiv und nicht gerade schön. Darüber können 16 Tafelseiten mit Schwarzweißphotos von chinesischen Pflanzengemälden aus älterer und neuerer Zeit nicht ganz hinwegtrösten. Aber der Text, der auf umfassenden Studien auch der alten chinesischen Literatur über Blumen und Gartenbau beruht, ist gerade bei seiner Sachlichkeit von hohem Interesse. Darin wird die Geschichte der wichtigsten Gartenpflanzen, die in China, zum Teil seit sehr alten Zeiten, kultiviert werden, dargestellt und die Rolle, die sie in der Volks- und Kulturgeschichte gespielt haben, dargetan. Viel wenig Bekanntes, Interessantes und Wissenswertes wird damit leicht zugänglich. Noch in neuester Zeit hat China ausgezeichnete Beiträge auch für unsere Gartenflora geliefert, z. B. durch die sieben Reisen von G. FORREST nach Yünnan, dem Pflanzenparadies der nördlichen gemäßigten Zone (1904 bis 1932), und durch E. H. WILSON, der heute bereits so bekannte Arten wie Kolkwitzia, Lilium regale, die niedrigen Rhododendron-Arten und viele andere als ausgezeichnete Gartenpflanzen einführte. Wer hat z. B. schon eine Ahnung davon gehabt, daß WILSON Lilium regale aus steilen Felswänden heruntergeholt hat.

TH. SCHMUCKER (Göttingen)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3. — Springer-Verlag OHG, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Biochemist

Required by The West African Cocca Research Institute at Tafo, Ghana to conduct studies on cocca fermentation as affecting flavour and quality. Appointment on contract for two tours of 15 to 18 months in the first instance.

Salary according to qualifications and experience in scale £ 1248 a year rising to £ 2820 a year. Gratuity at rate of £ 150 a year payable at end of a tour or on final completion of service. Free passages for officer and wife. Assistance towards children's passages or allowance up to £ 300 a year if educated in U.K. Liberal leave on full salary. Quarters available at moderate rental.

Candidates must possess a good honours degree in Chemistry or Biochemistry and have had not less than two years post graduate training or approved research experience in Biochemistry. Women candidates must be single.

Apply to CROWN AGENTS, 4 Millbank, London, S.W.1., for application form and further particulars, stating age, name, brief details of qualifications and experience and quoting reference M 3B/53566/DAU.

Lehrbuch der Physiologie
in zusammenhängenden Einzeldarstellungen
Unter Mitarbeit einer Reihe von Fachmännern
herausgegeben von
WILHELM TRENDELENBURG †
und ERICH SCHÜTZ

Der Gesichtssinn

Grundzüge der physiologischen Optik

Von WILHELM TRENDELENBURG †

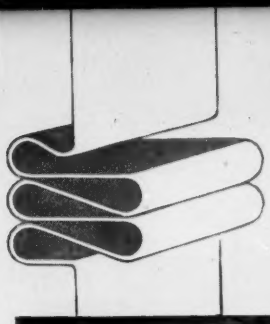
In zweiter Auflage bearbeitet von
Prof. Dr. med. Dr. phil. MANFRED MONJÉ,
Lehrstuhl für Angewandte Physiologie
an der Universität Kiel,
Prof. Dr. med. INGEBORG SCHMIDT,
Division of Optometry,
Indiana University Bloomington, Ind., USA,
und Prof. Dr. med. ERICH SCHÜTZ,
Direktor des Physiologischen Instituts
der Universität Münster i. Westf.

Mit 160 Abbildungen im Text und 3 Farbtafeln.
XII, 440 Seiten Gr.-8⁰. 1961. Ganzleinen DM 78,—

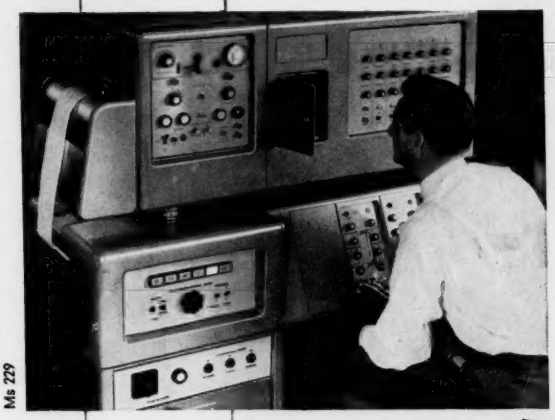
ZUR INFORMATION

Das Buch soll dem Leser die Ergebnisse der Grundlagenforschung vermitteln, deren Kenntnis für jeden notwendig ist, der sich mit dem umfangreichen Gebiet der physiologischen Optik zu beschäftigen gezwungen ist. Die Einteilung des Stoffes in Dioptrik, Gesichtsempfindungen und Gesichtswahrnehmungen ist in der zweiten Auflage bis auf kleine Änderungen beibehalten worden. Der Inhalt der einzelnen Kapitel mußte jedoch, um auf den derzeitigen Stand des Wissens gebracht zu werden, wesentlich verändert und erweitert werden.
Wie die erste Auflage wird auch die Neubearbeitung nicht nur als Lehrbuch von den Studenten benutzt, sondern ebenso von Ärzten, speziell Augenärzten, zu Rate gezogen werden, da die Zusammenhänge zwischen Theorie und Praxis überall klar herausgearbeitet sind.

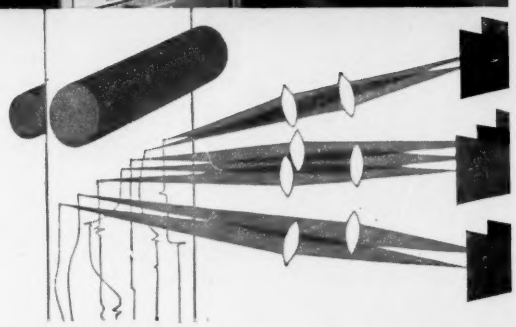
SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG



SIEMENS
MESSTECHNIK



Ms 229



ELEKTRONENSTRAHL-OSCILLOMAT

zum gleichzeitigen Aufzeichnen und sofortigen Auswerten von sieben hochfrequenten Schwingungsvorgängen

Einzelobjektive (vier verkleinern 1 : 1,5; drei vergrößern 1,5 : 1) projizieren die Schirmbilder von sieben Elektronenstrahlröhren auf einen lichtempfindlichen Papierstreifen.

Der eingebaute Schnellentwicklungsautomat (für einseitige Oberflächen-Entwicklung) bringt ein fast trockenes Diagramm.

10 s nach dem Starten der Aufnahme kann das Oszillogramm wie bei Direktschrift ausgewertet werden.

TECHNISCHE DATEN

Frequenzbereich	0	bis	200	kHz
Ablenkfaktor	etwa		140	mV/cm
kleinster Aussteuerbereich	etwa		± 0,5	V_{ss}
höchste Schreibgeschwindigkeit	etwa		15	km/s
Papiervorschub	0,15	bis	15	m/s

Druckschriften und Beratung durch unsere Zweigniederlassungen

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR MESSTECHNIK

Landolt-Börnstein

Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik

Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology

Neue Serie / New Series

Gesamtherausgabe / Editor in chief: K. H. Hellwege

Gruppe I: Kernphysik und Kerntechnik / Group I: Nuclear Physics and Technology

Soeben erschien:

Band 1 / Volume 1

Energie-Niveaus der Kerne: A = 5 bis A = 257
Energy Levels of Nuclei: A = 5 to A = 257

Bearbeitet von F. Ajzenberg-Selove, N. B. Gove, T. Lauritsen, C. L. McGinnis, R. Nakasima, J. Scheer, K. Way

Herausgegeben von A. M. Hellwege und K. H. Hellwege

XII, 814 Seiten 4°. 1961. Ganzleinen DM 212,—

AUS DEM VORWORT

Die 6. Auflage des Landolt-Börnstein ist bis auf wenige Teilbände, an deren Fertigstellung gearbeitet wird, erschienen. Die Heterogenität des Materials, die Unterscheidung zwischen abgeschlossenen Forschungsgebieten auf der einen und neuen, schnell sich entwickelnden Gebieten auf der anderen Seite, sowie die Notwendigkeit, bei neuen Gebieten auf viele sehr stark spezialisierte Autoren zurückzugreifen, rechtfertigen jedoch eine Neuauflage des gesamten Werkes in der gewohnten Weise nicht mehr. Deshalb wird nicht eine 7. Auflage, sondern eine „Neue Serie" des Landolt-Börnstein erscheinen, die hauptsächlich dadurch gekennzeichnet ist, daß die bisherige Gliederung in wenige große, unterteilte Bände, d.h. das Subsumierungsprinzip aufgegeben wird. Es werden in Zukunft nebeneinandergeordnete Bände erscheinen, wobei abgeschlossene Gebiete nur durch neue Bände ergänzt werden, neu sich erschließende oder in schneller Entwicklung befindiche Gebiete dagegen in rascher Folge neu bearbeitet werden sollen. Der erste Band der „Neuen Serie" des Landolt-Börnstein enthält die bekannten Energie-Niveaus und Übergänge für die Atomkerne von A = 5 bis A = 257. Den wesentlichen Teil des Materials bilden die Niveau- und Zerfalls-Schemata. Sie werden durch Tabellen und spezielle Angaben ergänzt.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG